ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЭИ

Администрация города Волжского

Волжский институт строительства и технологий ВолгГАСУ

Филиал Московского энергетического института (технического университета) в г. Волжском

Волжский гуманитарный институт (филиал) ВолГУ

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
26-30 мая 2008 г.

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ВОЛЖСКОГО
ВОЛЖСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬСТВА И ТЕХНОЛОГИЙ ВОЛГГАСУ
ФИЛИАЛ МОСКОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА) В Г.ВОЛЖСКОМ
ВОЛЖСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ВОЛГУ
ВОЛЖСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) ВОЛГГТУ

ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский
26-30 мая 2008 года

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Том 2

ВОЛЖСКИЙ МЭИ 2009

УДК 621.3+621.37[(043.2)]

Организационный комитет:
Штеменко Л.Т. (председатель), Шумячер В.М.,
Кузеванов В.С., Горяинов В.В., Каблов В.Ф.

Четырнадцатая межвузовская научно-практическая конференция молодых ученых и студентов. г. Волжский, 26-30 мая 2008 г.: Тезисы докладов. В 4 т. Т. 2. – Волжский: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2008. – 67 с. Издательство: Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском, 2009.

Тезисы докладов четырнадцатой межвузовской научно-практической конференции молодых ученых и студентов города Волжского освещают актуальные проблемы в области машиностроения, химии, строительства и энергетики. Сборник предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей вузов и инженеров, интересующихся указанными выше направлениями науки и техники.

Тексты тезисов представлены авторами в виде файлов, сверстаны и, при необходимости, сокращены. Как правило, сохранена авторская редакция.

УДК 621.3+621.37[(043.2)]

© Авторы, 2009
© Филиал ГОУВПО «МЭИ (ТУ)»
в г. Волжском, 2009

СЕКЦИЯ № 1

АЛГОРИТМЫ, МОДЕЛИ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Председатель: ***Кузеванов В.С.*** – д-р техн. наук, профессор
Секретарь: ***Закожурникова Г.С.*** – инженер кафедры ТЭС филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ В КЕРНЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Закожурникова Г.С. – инженер
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Закожурников С.С. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент

В промышленных керновых печах сопротивления синтез кремния идет в слое реакционной шихты, состоящей в основном из кварцевого песка и нефтяного кокса с добавкой древесных опилок и поваренной соли.

В ходе кампании максимальная температура (2800-2900 °С) достигается в электропроводном керне, который готовится путем набивки из кокса. Керн при разогреве печи обладает меньшим сопротивлением, чем шихта. В результате образования вокруг сердечника слоев SiC и графита, которые имеют малое электросопротивление и высокую теплопроводность, зона непосредственного тепловыделения расширяется в радиальном направлении, что способствует увеличению толщины слоя SiC.

По окончании компании в печи образуются продукты, располагающиеся концентрическими зонами вокруг керна и отличающиеся своим химическим и фазовым составом.

На процесс синтеза карбида кремния влияют различные факторы: укладка керна; физический и химический состав реакционной и теплоизоляционной шихты и геометрия ее загрузки; режим плавки (мощность, выбор электроэнергии) и другие.

На ОАО «ВАЗ» был проведен ряд экспериментов для оценки влияния различных факторов на процесс синтеза.

Был проведен сравнительный анализ применения керновых щитов сечением 40 × 80 и 63 × 63 см на электрические показатели плавки и валовой выход. Выход из печи сечением 63 × 63 см был больше на 446 кг, а общий валовой выход больше на 890 кг. Среднечасовая мощность также была выше, а время плавки меньше на 1 час 20 мин.

Проведено измерение температур на бетонной подине печи с целью оптимизации уровней загрузки при технологической эксплуатации.

По имеющимся экспериментальным и теоретическим данным определяющими параметрами, влияющими на процесс, являются температура и давление.

Рассмотрим керн как длинный прямоугольный стержень (до кампании) и как цилиндр конечной длины после плавки. Воспользуемся теоремой о перемножении решений.

Сечение керна $B \times H = 40 \times 80$ см.

Керн как длинный прямоугольный стержень (до кампании):

$$\theta(X) := \frac{2 \cdot \sin(\mu) \cdot \cos(\mu \cdot X)}{\mu + \sin(\mu) \cdot \cos(\mu)} \cdot e^{-\mu^2 \cdot Fo} \qquad \theta1(Y) := \frac{2 \cdot \sin(\mu1) \cdot \cos(\mu1 \cdot Y)}{\mu1 + \sin(\mu1) \cdot \cos(\mu1)} \cdot e^{-\mu1^2 \cdot Fo1}$$

$$\theta2(X, Y) := \theta(X) \cdot \theta1(Y)$$

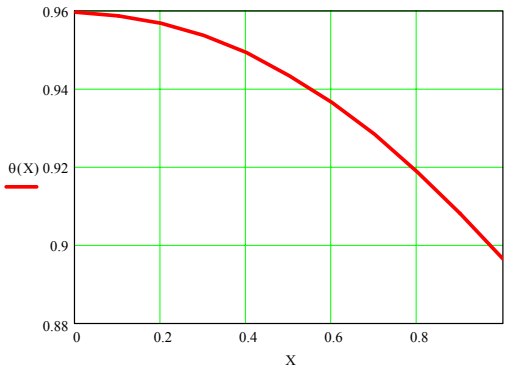

Рис. 1

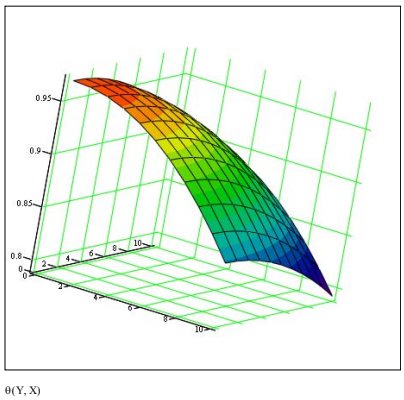

Рис. 2

Керн как цилиндр конечной длины после плавки:

$$\theta(Z) := \frac{2 \cdot \sin(\mu) \cdot \cos(\mu \cdot Z)}{\mu + \sin(\mu) \cdot \cos(\mu)} \cdot e^{-\mu^2 \cdot F} \qquad \Theta1(R) := \frac{4 \cdot Bi1}{\mu1^2 \cdot \left(\mu1^2 + Bi1^2\right)} \cdot e^{-\mu1^2 \cdot F1}$$

$$\Theta2(Z, R) := \theta(Z) \cdot \Theta1(R)$$

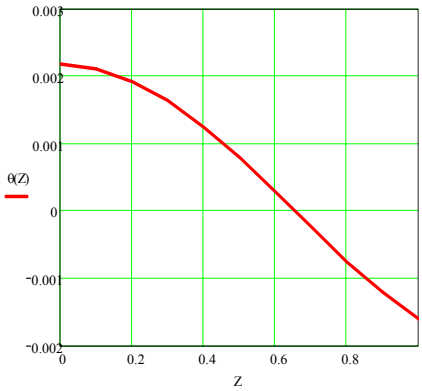

Рис. 3

СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДИК ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕПЛА

Куланов В.А. – дипломник
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Отечественные методы разнесения затрат топлива на производство электроэнергии и тепла в комбинированном производстве, получившие наибольшее распространение следующие:

1. Балансовый (физический) метод расчета, длительное время существовавший как официальный в отечественной энергетике.

2. Эксергетический метод, широко известный и наиболее полно разработанный. Особенностью метода является совместное использование качественных и количественных характеристик энергий разного вида, вырабатываемых в комбинированном производстве.

3. Метод, разработанный ОАО «Фирма ОРГРЭС», использующий коэффициент ценности тепла потоков пара и занимающий промежуточное положение между физическим и эксергетическим методами расчета затрат топлива.

4. Метод расчета, использующий тепловую ценность отборного тепла. В соответствии с этим методом тепло пара, который отпускается тепловому потребителю из отборов турбины, приводится к тепловому потенциалу пара, отпускаемого энергетическим котлом с помощью коэффициентов ценности тепла, определяемых по методу ОАО «Фирма ОРГРЭС».

5. Метод расчета «недоотпущенной электроэнергии» (аналог эксергетического метода). Метод исходит из расчета недовыработки электроэнергии в результате отвода пара на теплоснабжение или другие цели через отборы или противодавление турбины. При этом, так же, как в эксергетическом способе расчета учитывается неэквивалентность энергий (тепло переходит в электричество).

Для сравнения этих методов между собой произведен расчет затрат топлива и удельных показателей в комбинированном производстве тепла и электроэнергии на примере номинального режима работы турбоустановки ПТ-140/165-130/15.

Для анализа полученных результатов и сравнения различных методик расчета затрат топлива на производство тепла и электроэнергии полученные значения удельных показателей приведены к безразмерным величинам – процентам. При этом за базовую методику принимается метод расчета затрат топлива, учитывающий тепловую ценность отборного пара.

Таким образом, значения удельных расходов условного топлива, рассчитанные по эксергетическому методу, методу, позволяющему учитывать тепловую ценность отборного пара, а также методу расчета по недоотпущенной электроэнергии отличаются друг от друга незначительно. При этом различие между значениями удельных расходов топлива на единицу отпущенной

электроэнергии, рассчитанными по эксергетическому методу и методике, учитывающей тепловую ценность пара, составляет 8,6 %.

Удельные расходы топлива на теплоту (выработанную и отпущенную) имеют также близкие значения (различия составляют от 9,6 до 57,8 %). То есть, экономия топлива, связанная с энергетическим эффектом теплофикации, полностью относится на отпущенное тепло.

Результаты, полученные по балансовому «физическому» методу, наиболее отличаются от результатов расчета по базовому методу. Отличия велики – по удельному расходу условного топлива на отпущенную электроэнергию (меньше рассчитанного по базовому методу на 48,5 %); по удельному расходу топлива на отпущенную (выработанную) теплоту от производственного и отопительных отборов (больше рассчитанного по базовому методу на 90,5 %). Наибольшая разница достигается для теплофикационных отборов – 266,0 %. Удельный расход топлива на отпущенное тепло из производственного отбора, рассчитанный по балансовому методу, выше удельного расхода, рассчитанного по базовому методу, на 45,2 %. При этом удельные расходы топлива на единицу отпущенного тепла (по балансовому методу) представляются примерно одинаковыми.

Удельные показатели, полученные по методике ОАО «Фирма ОРГРЭС», занимают промежуточное положение между удельными показателями, рассчитанными по балансовой методике и базовому методу, учитывающему тепловую ценность отборного пара (удельный расход $b_э$, рассчитанный по методу ОАО «Фирма ОРГРЭС», ниже на 23,9 % удельного расхода, рассчитанного по базовому методу). Это объясняется тем, что в методике ОАО «Фирма ОРГРЭС» разница тепловых потенциалов отпускаемого потребителю тепла учитывается частично.

Таким образом, величины затрат в комбинированном производстве электрической энергии и тепла существенно зависят от методики их определения.

СЕКЦИЯ № 2

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Председатель: ***Шевчук В.П.*** – д-р техн. наук, профессор
Секретарь: ***Усманова С.Х.*** – лаборант кафедры АТП филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

Филатова С.О., ***Гордеев В.Ю.*** – студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Агринская С.А.*** – ассистент

Увеличение экономической эффективности и экологической безопасности – главная цель для любого современного промышленного предприятия. В ряде ведущих отраслей промышленности используется процесс ректификации – разделение смесей на чистые компоненты. В процессе работы современных ректификационных установок весьма остро стоит проблема непрерывного получения информации о свойствах параметров технологического процесса для функционирования алгоритмов адаптации. В связи с этим необходимыми элементами автоматизированной системы управления (АСУ) становятся математические модели объекта управления. Они позволяют оперативно прогнозировать его текущее состояние.

В данной работе рассматривается процесс очистки метил-трет-бутилового эфира (далее МТБЭ) от примеси изобутана.

Целью управления процессом является достижение заданной четкости разделения исходной смеси (содержание примесей в МТБЭ не более 0,9 %) при максимально возможной интенсивности и экономичности процесса.

Ректификационная установка как объект управления представляет собой сложную динамическую систему. В результате анализа основных входных и выходных параметров ректификационной установки была выявлена зависимость между температурой в ректификационной колонне и составом реакционной смеси. Изменение этих параметров в любой точке распространяется на всю колонну по истечении времени запаздывания. Таким образом, поддержание строго определенного температурного режима по высоте колонны приведет к оптимальной работе всей ректификационной установки.

Изменения расхода и состава исходной смеси являются основными возмущающими факторами в процессе, отрицательно влияющими на его качество, интенсивность и экономичность.

Математическая модель ректификационной установки, отражающая влияние расхода перегретого пара и расхода флегмы на изменение температуры по высоте колонны, представляется в виде системы дифференциальных уравнений, коэффициенты которых получены на основе обработки данных активного и пассивного экспериментов:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial Tкуб}{\partial t} = \dfrac{36{,}8}{3{,}6} \cdot Gпп(t-0{,}2) - \dfrac{1}{3{,}6} \cdot Tкку \\ \dfrac{\partial T5}{\partial t} = \dfrac{0{,}88}{29{,}5} \cdot Tкку - \dfrac{1}{29{,}5} \cdot T5 \\ \dfrac{\partial T16}{\partial t} = \dfrac{0{,}66}{1{,}25} \cdot T5 - \dfrac{1}{1{,}25} \cdot T16 \\ \dfrac{\partial T22}{\partial t} = \dfrac{-44{,}3}{4{,}3} \cdot Cппи\,(t-0{,}2) - \dfrac{1}{4{,}3} \cdot T22 \\ \dfrac{\partial T28}{\partial t} = \dfrac{0{,}9}{17} \cdot T22 - \dfrac{1}{17} \cdot T28 \\ \dfrac{\partial Tв}{\partial t} = \dfrac{-19{,}6}{13{,}5} \cdot Gф(t-1{,}3) - \dfrac{1}{13{,}5} \cdot Tв \end{cases}$$

Была разработана структурная схема систем автоматического регулирования температуры кубового остатка и температуры изобутана на выходе из колонны (рис. 1).

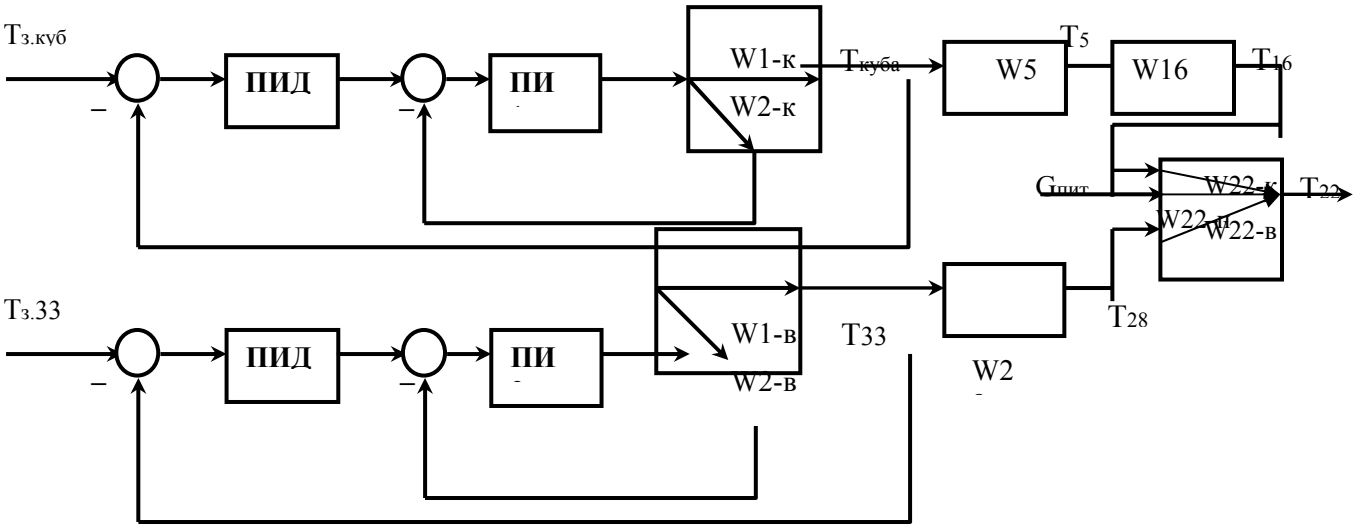

Рис. 1

В результате имитационного регулирования были получены следующие переходные процессы на тарелках колонны:

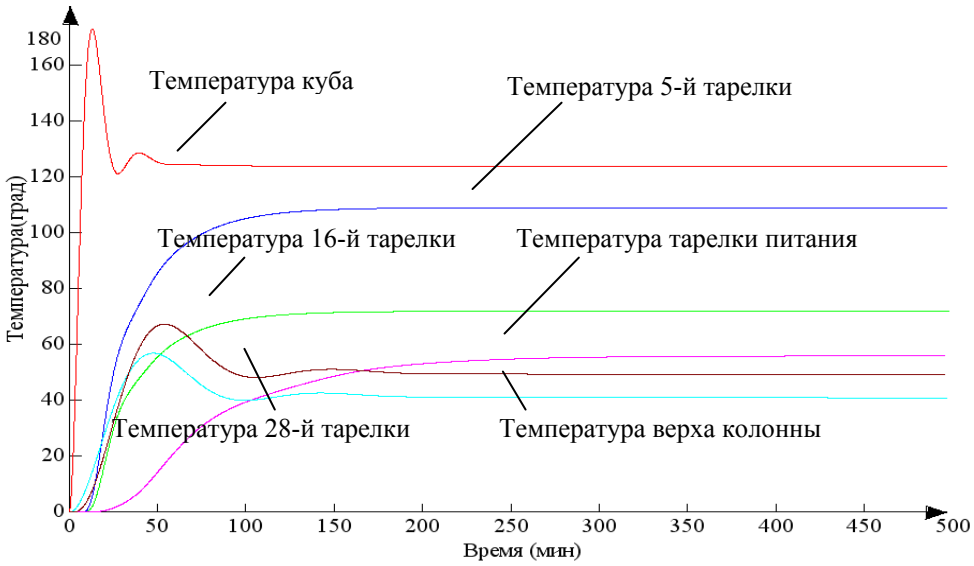

Рис. 2. Переходные процессы на тарелках

В результате анализа полученных графиков видно: по окончании переходных процессов температура в кубе колонны устанавливается на значении 124 °С, на 28-й тарелке – на значении 55 °С, а вверху колонны – на значении 41 °С. Все эти значения соответствуют регламенту технологического процесса, а значит полученная математическая модель адекватно описывает данную ректификационную колонну.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОСТРОЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Сергеев В.С. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Севастьянов Б.Г. – ст. преподаватель

Получение кривых разгона различных объектов управления (ОУ) является на сегодняшний день определяющим моментом в определении коэффициентов настроек регуляторов и, как следствие, качества регулирования технологических процессов. Как известно, для получения математической модели конкретного ОУ на вход исследуемой системы подается единичное ступенчатое воздействие, а с выхода снимается кривая разгона. Данный способ имеет существенные недостатки:

– на практике единичное ступенчатое воздействие является физически нереализуемым, то есть не существует исполнительных механизмов с бесконечно быстрой скоростью перемещения;

– закладывается методическая ошибка в расчеты, которая ведет к некорректным значениям постоянных времени ОУ и, как следствие, к ухудшению качества регулирования технологического процесса.

Основными целями данной работы являются:

– переход от идеального ступенчатого воздействия к развертке;

– исследование переходных характеристик ОУ первого и второго порядка для разверток различной продолжительности;

– определение постоянных времени ОУ первого и второго порядка;

– внесение поправочных величин для ОУ первого порядка;

– проверка математической модели на адекватность.

Переход от идеального ступенчатого воздействия к развертке реализуется в среде математического моделирования VisSim v. 5.0e с помощью двух линейно возрастающих сигналов. Определяется время нарастания параметра и максимальное значение развертки. Первый элемент используется как элемент задержки (он определяет входной сигнал, равный единице); второй – скорость нарастания параметра – формирует сигнал развертки.

В процессе выполнения работы была разработана методика определения постоянных времени ОУ, методика перехода от идеального ступенчатого воздействия к реальному, произведена проверка математических моделей на адекватность.

Итогом проделанной работы является принципиально новый подход к построению математических моделей ОУ, который позволяет определять параметры настроек регуляторов более точно, и, как следствие, происходит повышение эффективности регулирования объектов управления.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА НАПРЯЖЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ ГИДРОГЕНЕРАТОРАХ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Уланов В.А. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Уланов А.Г.*** – инженер гр. автоматики ЭТЛ
ОАО «ГидроОГК» – «Волжская ГЭС»

На гидроэлектростанциях России и СНГ до сих пор находится в эксплуатации значительное количество генераторов с электромашинными системами возбуждения. В настоящее время решением проблемы вывода из эксплуатации физически и морально устаревших электромашинных систем возбуждения на действующих гидрогенераторах является их замена на статические тиристорные системы возбуждения с самовозбуждением.

Синхронные гидрогенераторы с электромашинными возбудителями постоянного тока оснащались электромагнитными автоматическими регуляторами непрерывного пропорционального действия типа УБК-3 (управляемый

быстродействующий корректор), представляющий собой корректор напряжения с устройством фазового компаундирования, выполненный на магнитных усилителях. К недостаткам электромашинной системы возбуждения с электромагнитным регулятором следует отнести инерционность (электромагнитные постоянные времени таких возбудителей относительно велики, что затрудняет надёжное обеспечение устойчивости синхронной работы гидрогенераторов), они не приемлемы с точки зрения повышения пределов передаваемой мощности, статической и динамической устойчивости электропередачи, а также не удовлетворяют требованиям точности регулирования напряжения.

Кроме этого, повысились требования к надежности, быстродействию, мониторингу и способности ассимилироваться с агрегатным уровнем АСУ-ТП.

Для того, чтобы обеспечить выполнение современных требований к точности поддержания напряжения, требуются значения коэффициента усиления по напряжению порядка $150 \div 250$ е.в.н./е.н. Однако при таких значениях коэффициента K_{oU} во всём частотном диапазоне регулирования неминуемо возникает момент самораскачивания за счет запаздывания в контуре регулирования. Даже увеличение коэффициентов усиления по производным режимных параметров не может справиться с этим.

ПИД-закон регулирования напряжения позволяет повысить точность регулирования и одновременно обеспечивает более высокий уровень колебательной устойчивости САУВ при значительно меньших значениях коэффициентов каналов регулирования по отклонению и производной частоты напряжения и практически астатическое поддержание напряжения в точке регулирования по сравнению с П-законом регулирования.

Цель работы:

1) разработка автоматического регулятора напряжения для гидрогенераторов типа ВГС-525/84-32 мощностью 13,75 МВ·А на базе микроконтроллера Ремиконт-130;

2) разработка верхнего уровня колебательной устойчивости САУВ для контроля хода технологического процесса и оперативного управления.

Цифро-аналоговые системы позволяют получить значительные преимущества над аналоговыми системами. Главными среди этих преимуществ являются:

– расширенные функциональные возможности, позволяющие реализовывать более сложные и совершенные алгоритмы управления;

– высокая точность реализации заданных характеристик и высокая стабильность статических и динамических характеристик обеспечили совершенно новые функции ограничения, позволяющие генератору работать ближе к его конструктивным пределам;

– возможность реализации внутреннего самоконтроля и диагностики, формирования массивов аварийной информации, существенно повышающие надежность системы в целом и сокращающие время поиска неисправностей.

Основные функции, выполняемые автоматическим регулятором возбуждения, объединяются в следующие группы:

– регулирование возбуждения и ограничения режимных параметров генератора и системы возбуждения;

– контроль аппаратуры канала и диагностика отказов;

– сервисные функции.

Функции регулирования возбуждения

Основным назначением регулятора является:

1) поддержание напряжения на шинах электростанции в соответствии с заданной уставкой, заданной точностью и статизмом по реактивному току статора;

2) обеспечение рациональных потоков реактивной мощности в процессе передачи электроэнергии от электрических станций к потребителям;

3) сохранение или повышение статической устойчивости электропередач в нормальных режимах работы;

4) повышение динамической и результирующей устойчивости электроэнергетической системы в аварийных режимах;

5) обеспечение требуемого напряжения у потребителей, то есть обеспечение одной из норм качества электроэнергии.

Контроль аппаратуры и диагностика отказов

В состав программного обеспечения регулятора входят программы, осуществляющие логический анализ входных дискретных сигналов и датчиков режимных параметров. Микроконтроллер осуществляет также контроль уровня напряжений источников питания регулятора. На основании анализа этой информации формируются сигналы отказа регулятора.

Сервисные функции

В САУВ предусмотрен АРМ, созданный в SCADA-системе Trace Mode 5, связанный по каналу обмена информацией (RS-232) с регуляторами, что позволяет выводить на него значения параметров системы регулирования, изменять настройки в заданных пределах, контролировать состояние входных и выходных сигналов регулятора.

РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ПРОГРАММНО-ВРЕМЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ООП С ИНКАПСУЛЯЦИЕЙ ДЕЙСТВИЙ

Прокудин А.А. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Сальников С.Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Для автоматизации современных технологических процессов широко используются программируемые логические контроллеры (ПЛК) ориентированные на стандартные языки программирования, методология использования и развитие которых актуальны в последнее время. Универсальным средством

программирования ПЛК является, в частности, интегрированная система CoDeSys. Данная среда разработки отвечает всем основным требованиям и ограничениям, налагаемым на соответствующие виды интеллектуальной продукции.

Основной целью разработки является программная реализация в интегрированном комплексе CoDeSys универсальных подсистем АСУ адаптивного программно-временного управления (АПВУ) для широкого применения в инженерной практике проектирования АСУ ТП на базе промышленных ПЛК.

Использован объектно-ориентированный подход (ООП) к программированию. Для методологического обеспечения разработки технологического алгоритма верхнего уровня (PLC_PRG, как показано на рис. 1) использован метод шаговых блоков. При написании программы основной акцент был сделан на минимизацию текста и простую (понятную) для восприятия структуру программы. Для этого в CoDeSys использовано свойство, расширяющее стандарт МЭК 61131-3, – возможность добавлять в программу (PROGRAM) и функциональный блок (FUNCTION_BLOCK) действия (actions). Это вложенные подпрограммы, имеющие доступ ко всем переменным PROGRAM и FUNCTION_BLOCK, включая внутренние. Написание всего кода в теле большой программы приводит к тексту, просматривая который до конца, часто забывают, что было вначале. Действия позволяют «спрятать» детали реализации внутри PROGRAM и FUNCTION_BLOCK. В языках объектно-ориентированного программирования (ООП) это называется «инкапсуляцией».

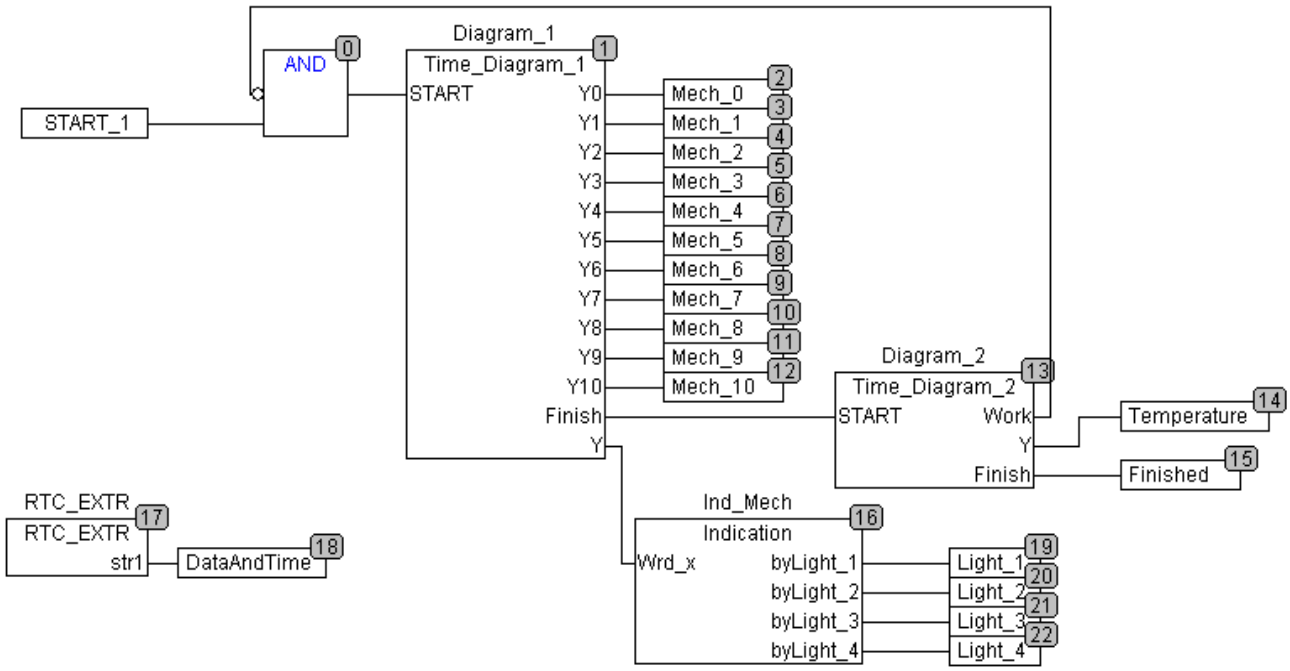

Рис. 1. Структура программного компонента PLC_PRG

В программе действия в организаторе объектов CoDeSys показаны в виде раскрывающегося списка под блоком или программой (рис. 2). Действия можно вызывать как снаружи, так и изнутри PROGRAM (FUNCTION_BLOCK).

Если возникает необходимость в POU, неразрывно связанных с PROGRAM и FUNCTION_BLOCK, то используют действия.

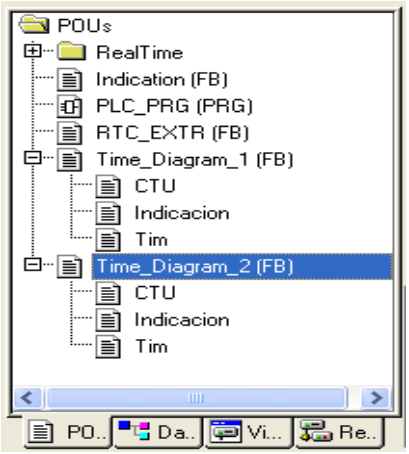

Рис. 2. Программные компоненты организатора объектов

Ниже показан пример созданного программного компонента Time_Diagram_1:

Если хоть одна из уставок таймера T[i] задана, то блок начинает свою работу:

IF T[1]+T[2]+T[3]+T[4]+T[5]+T[6]+T[7]+T[8]+T[9]+T[10]+T[11]>t#0s THEN

Выделение переднего фронта сигнала START:

STARTp(CLK:=START);

Формирование сигнала "PUSK", который разрешает работу счетчика и таймера:

IF ind=0 THEN PUSK:=STARTp.Q;
ELSE PUSK:=NOT Timer.Q;
END_IF

Вызов действия счетчика:

CTU;

Вызов действия таймера:

Tim;

Вызов действия выводящего данные на индикацию:

Indicacion;

Выделение импульсного сигнала после того как отработал блок:

Finish:=C.Q;
END_IF

Действие CTU вызывает счетчик и содержит текст программы:

Инкрементный счетчик:

C(CU:= PUSK , RESET:=Finish , PV:=12);

Накапливающий выход инкрементного счетчика:

ind:=C.CV;

Действие Tim вызывает таймер и содержит текст программы:

Если выполняется условие таймер начинает работать:

IF ind>0 AND ind<12 THEN Timer(IN :=PUSK, PT:= T[ind]);

Иначе уставка таймера обнуляется:

ELSE Timer.PT:=t#0s;

END_IF

Действие Indicacion вызывает таймер и содержит текст программы:

Обнуление выходных переменных блока:

Y:=0;Y0:=0;Y1:=0;Y2:=0;Y3:=0;Y4:=0;Y5:=0;Y6:=0;Y7:=0;Y8:=0;Y9:=0;Y10:=0;

Если выполняется условие, то формируются выходные переменные, подающие управляющие сигналы на механизмы, и слово, предназначенное для вывода на семисигментный индикатор:

IF ind>0 AND ind<12 AND Timer.PT>t#0s THEN

Y0:=M[0,ind]; Y1:=M[1,ind]; Y2:=M[2,ind]; Y3:=M[3,ind];
Y4:=M[4,ind]; Y5:=M[5,ind]; Y6:=M[6,ind]; Y7:=M[7,ind];
Y8:=M[8,ind]; Y9:=M[9,ind]; 10:=M[10,ind];
Y.0:=Y0; Y.1:=Y1; Y.2:=Y2; Y.3:=Y3; Y.4:=Y4; Y.5:=Y5; Y.6:=Y6;
Y.7:=Y7; Y.8:=Y8; Y.9:=Y9; Y.10:=Y10;

END_IF

Работа блока **Time_Diagram_1** (рис. 4) организована на одном инкрементном счетчике и одном таймере (типа TP), в который загружаются уставки времени **T[i]** соответствующих тактов. При условии задания хотя бы одной уставки блок начинает работу. В блоке формируется импульсный сигнал **PUSK**, служащий для включения таймера и счетчика, первый импульс которого определяется наличием нарастающего фронта сигнала от кнопки **START**, а последующие – инверсным выходом таймера. По импульсу **PUSK** счетчик считает такты работы, а таймер начинает отсчет выдержки времени для соответствующего такта. Действия **CTU** и **Tim** содержат, соответственно, объявление счетчика (**C**) и таймера (**Timer**) с условием их включения. Действие **Indicacion** обеспечивает формирование задания для вывода на механизмы и его двоичного кода, предназначенного для цифровой индикации. По окончании работы блока вырабатывается управляющий импульс **Finish**, который включает в работу блок **Time_Diagram_2** (рис. 5), реализованный аналогичным образом с учетом особенностей формирования ступенчатой функции.

zadanie

	Задание включения механизмов на интервалах тактов времени										
										Такты время	
механизмы	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11
Mech_0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mech_1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mech_2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Mech_3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Mech_4	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Mech_5	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
Mech_6	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1
Mech_7	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Mech_8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
Mech_9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mech_10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
задание времен	T#2s0ms	T#1s0ms	T#0ms	T#2s0ms	T#2s0ms	T#0ms	T#1s0ms	T#0ms	T#3s0ms	T#0ms	T#2s0ms

Рис. 3. Визуализация задания уставок таймера и тактов времени

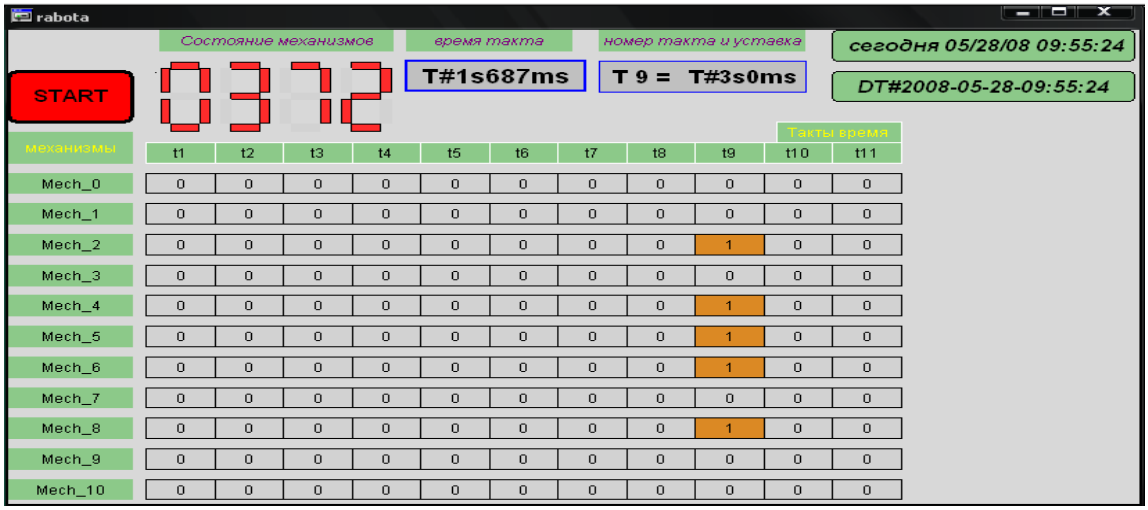

Рис. 4. Визуализация работы механизмов

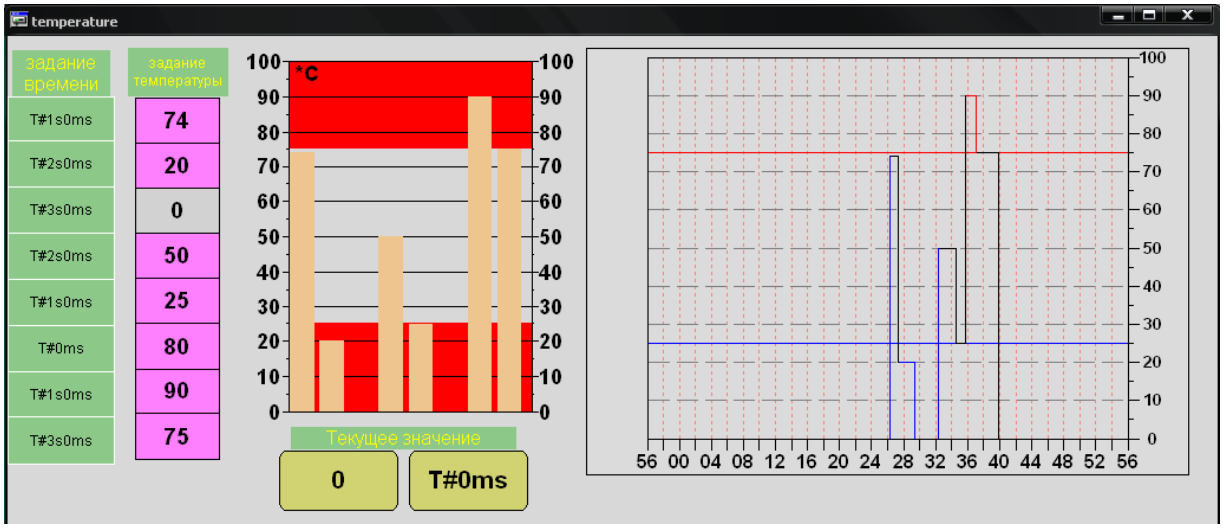

Рис. 5. Визуализация работы блока температуры

Рассмотренное решение позволяет, не задумываясь, расширить программу для любого числа механизмов. При необходимости можно получить описание управляющего автомата в формализованном виде. Каждое действие выражено компактным текстом, однозначно имеющим определенный смысл. Полученная реализация позволяет оптимизировать диапазоны временных и аналоговых параметров в зависимости от требований реальных технологических процессов.

СЕКЦИЯ № 3

ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССООБМЕН В КАНАЛАХ И ЭЛЕМЕНТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Председатель: ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Приступа Ю.В.*** – инженер кафедры ПТЭ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ВОЗДУХА ПАРОВОГО КОТЛА

Ларина О.А. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Староверов В.В.*** – канд. техн. наук, доцент

В современных котельных установках воздухоподогреватель играет существенную роль – воспринимая теплоту от уходящих газов и передавая её воздуху, он уменьшает потерю её с уходящими газами. Подогретый воздух от воздухоподогревателя направляется в топку котла, улучшая условия сгорания топлива. При этом увеличиваются температура горения и коэффициент полезного действия установки.

По принципу действия различают рекуперативные и регенеративные воздухоподогреватели.

Основным видом рекуперативных воздухоподогревателей является трубчатый воздухоподогреватель (ТВП) с вертикально расположенной трубной системой. Внутри труб проходят продукты сгорания, тепло которых передается воздуху, движущемуся между трубами. Из-за весьма невысокого значения коэффициента теплопередачи в ТВП (21,3 Вт/м^2·К) и низкого температурного напора между газами и нагреваемым воздухом (41,2 °С) этот элемент имеет большую теплообменную поверхность и габариты.

Трубчатые воздухоподогреватели просты по конструкции, надежны в работе. Однако они в большей мере подвергаются низкотемпературной коррозии. При конденсации влаги, если температура стенки будет ниже 70 °С, в трубках образуются сквозные отверстия, и воздух перетекает на газовую сторону, увеличивая потери теплоты с уходящими газами. Защита труб от коррозии чаще всего достигается подогревом поступающего холодного воздуха в калориферах.

Основным видом регенеративного воздухоподогревателя является вращающийся регенеративный воздухоподогреватель (РВП), у которого поверхность теплообмена во вращающемся корпусе (роторе) попеременно находится в газовом потоке, нагреваясь от высокотемпературных газов, а затем поступает в холодный воздушный поток и греет воздух, отдавая ему избыточное тепло.

Поверхностью теплообмена служит плотная набивка из тонких гофрированных и плоских стальных листов. В итоге образуется непрерывный нагрев за счет теплоты, аккумулированной набивкой в газовом потоке.

В отличие от рекуперативного регенеративный воздухоподогреватель располагают вне пределов конвективной шахты и соединяют его с котлом газо- и воздухопроводами.

Регенеративные вращающиеся воздухоподогреватели по сравнению с трубчатыми имеют меньшие габаритные размеры и массу в силу более интенсивного теплообмена в узких щелях, образованных гофрированными стальными листами, которые более эффективно очищаются при воздушной или паровой обдувке и слабее корродируют.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод о том, что замена трубчатого воздухоподогревателя на вращающийся регенеративный воздухоподогреватель позволяет получить такие же параметры пара при снижении различных потерь и увеличении эффективности процесса горения, а также сэкономить на эксплутационных и материальных затратах, которые возникают вследствие установки дополнительного подогревающего устройства – калорифера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Двойшников В.А.* и др. Конструкция и расчет котлов и котельных установок. – М: Энергоатомиздат, 1985. – 280 с.

2. *Киселев Н.А.* Промышленные котельные установки. – М: Энергоатомиздат, 1971. – 360 с.

3. *Липов Ю.М.* Компоновка и тепловой расчет парового котла. – М: Энергоатомиздат, 1983. – 280 с.

4. *Роддатис К.Ф.* Справочник по котельным установкам малой производительности. – М: Энергоатомиздат, 1991. – 560 с.

5. Тепловой расчет котельных установок / Под ред. Н.В. Кузнецова. – М: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.

6. *Эстеркин Р.И.* Котельные установки: курсовое и дипломное проектирование. – М: Энергоатомиздат, 1990. – 350 с.

7. *Яновский Е.А.* Котельные установки малой и средней мощности. – М: Энергоатомиздат, 1980. – 300 с.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОСЛЕДНИХ СТУПЕНЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН

Рыбкин М.И. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грига А.Д.*** – д-р техн. наук, профессор

Имеются результаты испытаний на ЛМЗ зависимости КПД от объемного расхода пара для последних ступеней турбины (6 кривых). Результаты испытаний обработаны и представлены в безразмерных координатах на рис. 1.

Обращает внимание на себя расслоение зависимостей КПД от Θ при расходах пара, больших расхода на режиме *КПД максимальный*. В этой области зависимость η от D можно усреднить (пунктирная линия на рис. 1).

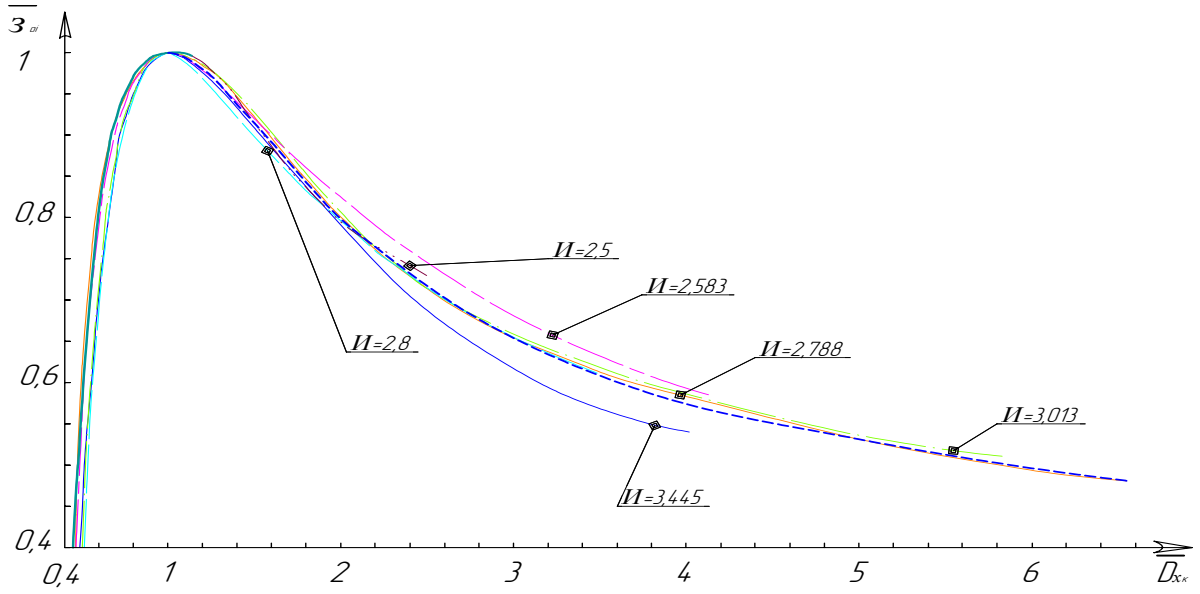

Рис. 1. Зависимость КПД ступеней от объемного расхода пара в безразмерных координатах

Таким образом, используя зависимость КПД ступеней от объемного расхода пара в безразмерных координатах, можно определить КПД ступеней, для которых не проводились испытания. Для этого необходимо определить максимальный КПД ступени и соответствующий ему объемный расход пара. С целью определения этих значений получены непрерывные функции КПД и значений объемного расхода пара для режимов максимальных КПД в зависимости от величины обратной веерности лопаток, графическое изображение которых представлено на рис. 2.

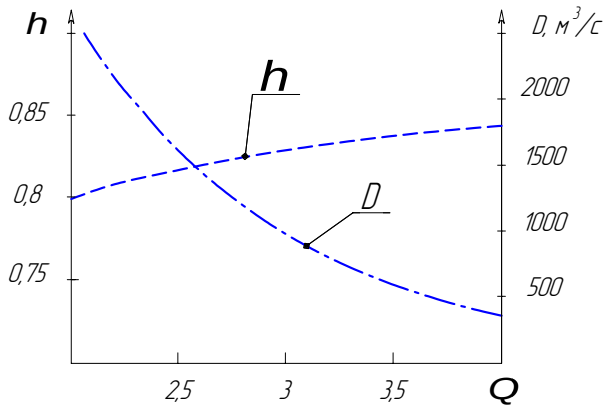

Рис. 2. Зависимости максимального КПД ступени и расхода, соответствующего максимальному КПД ступени, от величины Θ

Выводы:

1. На основании опытных дискретных данных для последних ступеней паровой турбины получены непрерывные функции КПД и объемного расхода пара, соответствующего максимальному КПД от величины обратной веерности лопаток.

2. Получены безразмерные характеристики последних ступеней турбины, что позволяет расширить область использования имеющихся опытных данных.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПУТЕМ ВЫБОРА СПОСОБА РАСПЫЛИВАНИЯ ЖИДКОГО ГОРЮЧЕГО

Трофименко М.В. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Староверов В.В.*** – канд. техн. наук, доцент

Цель данной работы – рассмотреть на примере котла ТГМ-84 способы сжигания жидкого горючего (мазута), выявить преимущества и недостатки различных методов распыливания.

На котле ТГМ-84 установлено шесть вихревых газомазутных унифицированных горелок (ГМУ) большой пропускной способности с производительностью 5 т/ч. Для распыливания жидкого топлива в ГМУ используются паромеханические форсунки. При условиях эксплуатации, не требующих снижения тепловой мощности горелок ниже 60 %, допустимо применение механических форсунок.

Принцип действия механической форсунки основан на использовании центробежных сил при закрученном движении жидкости. Мазут подается под давлением 2,0-3,5 МПа для придания жидкости в камере форсунки вращательного движения и для обеспечения необходимого распыливания. Механическое распыливание осуществляется при продавливании топлива под значительным напором (1,0...2,0 МПа) через малое отверстие (1...3 мм).

Наиболее рациональными для крупных котлов являются паромеханические форсунки, которые при номинальной нагрузке действуют как механические, а при низкой – как паровые. Сохраняя преимущество паровых форсунок в части широкого диапазона регулирования, они расходуют значительно меньше пара (до 0,05 кг/кг) на распыливание.

В паромеханических форсунках за топливным завихрителем с внешней стороны устанавливается паровой завихритель. На 70-100 %-ных нагрузках пар не подается, и форсунка работает как простая механическая. На нагрузках ниже 70 % для вторичного дробления капель топлива в паровой завихритель поступает распыливающий агент с постоянным давлением, не зависящим от нагрузки.

На котле ТГМ-84 используется паромеханическая форсунка «Титан-М». Пар на вторичное дробление поступает по периферии ствола форсунки, далее проходит между прижимной гайкой и общим выходным соплом через наклонные шлицевые канавки сопла для закрутки распыливающего агента. Диапазон регулирования нагрузок составляет 24-100 %.

Механические форсунки экономичны, они обеспечивают хорошее распыливание при малых затратах энергии (менее 1 кВт·ч на 1 т мазута или 0,03 % выработанной энергии), бесшумно работают, имеют низкое давление воздуха перед форсункой. Недостатками этих форсунок являются повышенная склонность к засорению (в связи с малыми проходными сечениями распылителей) и узкие пределы регулирования. Эти форсунки требуют установки высоконапорных насосов и повышенной плотности топливных коммуникаций.

Современное отечественное оборудование допускает повышение начального давления мазута только до 3,5 МПа. Чтобы сохранить достаточную экономичность процесса, минимальное давление мазута перед форсунками механического распыливания ограничивается 1,0 МПа. Следовательно, диапазон регулирования при этом составляет $(3,5)^{1/2} = 1,87$, что не может полностью удовлетворять современным требованиям маневренности энергетических котлов.

В подавляющем большинстве случаев применяются простейшие механические форсунки, а регулирование нагрузки котла осуществляется способом включения в работу (или отключения) соответственного количества форсунок. Так, при увеличении давления до 18, 20, 22 кгс/см^2 максимальный диаметр капли уменьшается, соответственно до 1469,35; 1431,8; 1397,5 мкм.

Максимальный диаметр капли для механической форсунки составляет, по данным исследований, проведённых ХФ ЦКБ НПО «Энергоремонт» совместно с ВТИ, 880-1600 мкм, а для паромеханической форсунки – 260-1000 мкм.

В данной работе при расчете котла ТГМ-84 на механической и паромеханической форсунках были получены следующие результаты:

недостатки: увеличился полный объем продуктов сгорания на 0,55 %; увеличился расход топлива на 0,03 %; был затрачен дополнительный расход пара на распыливание 0,05 кг/кг;

преимущества: уменьшилась температура газа на выходе из топки; уменьшилось время пребывания газов в топке; более эффективное распыливание мазута.

Таким образом, по техническим соображениям рационально использовать паромеханические форсунки. Но с экономической точки зрения каждое предприятие самостоятельно выбирает тип форсунок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блинов Е.А.* Топливо и теория горения. Раздел – Подготовка и сжигание топлива: Учеб.-метод. комплекс (учеб. пособие) / Е.А. Блинов. – СПб.: СЗТУ, 2007. – 119 с.

2. *Назмеев Ю.Г.* Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: МЭИ, 2002. – 612 с.

3. *Спейшер В.А.*, *Горбаненко А.Д.* Повышение эффективности использования газа и мазута в энергетических установках. – 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с: ил. – (Экономика топлива и электроэнергии).

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО ДОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА

Ермилова А.Ю. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент

В последнее десятилетие все большее распространение в мире получают новые энергоэффективные технологии жизнеобеспечения зданий, базирующиеся на применении теплонасосных систем теплохладоснабжения. Все широкомасштабные программы по экономии энергии, реализуемые за рубежом, предусматривают их широкое использование.

В наиболее общей конфигурации теплонасосная система теплохладоснабжения здания или сооружения включает в себя следующие основные элементы:

• низкопотенциальную часть (источник низкопотенциальной тепловой энергии или потребитель холода) – систему сбора низкопотенциального тепла (систему теплосбора) или систему хладоснабжения (кондиционирования);

• высокопотенциальную часть (потребитель тепловой энергии) – системы отопления, вентиляции и горячего водоснабжения здания или сооружения;

• теплонасосное оборудование.

С точки зрения термодинамики тепловой насос представляет собой обращённую холодильную машину и, по аналогии, содержит испаритель, конденсатор и, как правило, компрессор. В основном используются два типа теплового насоса: абсорбционный и наиболее распространённый – парокомпрессионный. Если в холодильной машине основной целью является производство холода путём отбора тепла из какого-либо объёма испарителем, а конденсатор осуществляет сброс тепловой энергии в окружающую среду, то в тепловом насосе картина обратная. Конденсатор является теплообменным аппаратом, выделяющим «полезное» тепло для потребителя, а испаритель – теплообменным аппаратом, утилизирующим низкопотенциальную тепловую энергию: вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) и (или) нетрадиционные возобновляемые источники энергии (НВИЭ).

Среди возможных источников низкопотенциальной тепловой энергии необходимо выделить следующие:

• окружающий воздух;

• грунт поверхностных слоев Земли;

• водоёмы и природные водные потоки;

• вентиляционные выбросы зданий и сооружений;

• канализационные стоки;

• сбросное тепло технологических процессов.

Проведенный анализ эффективности различных источников низкопотенциальной тепловой энергии показал, что в почвенно-климатических условиях России наиболее перспективными являются теплонасосные системы теплохладоснабжения зданий и сооружений, использующие в качестве источника тепла низкого потенциала повсеместно доступный грунт поверхностных слоев Земли.

Грунт поверхностных слоев Земли фактически представляет собой тепловой аккумулятор неограниченной емкости, тепловой режим которого формируется под воздействием двух основных факторов: солнечной радиации и потока радиогенного тепла, поступающего из земных недр.

Наибольшее распространение эти системы получили в США, Канаде и в странах центральной и Северной Европы: Австрии, Германии, Швеции и Швейцарии. Сегодня в мире общая установленная мощность подобных ТСТ приближается к 7 млн. кВт.

В России, к сожалению, построены и эксплуатируются лишь единичные здания, оснащенные теплонасосными системами теплохладоснабжения, использующими низкопотенциальное тепло поверхностных слоев Земли.

Дело в том, что, в отличие от традиционных аналогов, для теплонасосных систем теплохладоснабжения и, в особенности, для геотермальных теплонасосных систем теплохладоснабжения, характерны повышенные единовременные капитальные вложения при сравнительно низких эксплуатационных издержках. Вместе с тем их применение позволяет не только обеспечить экономию энергоресурсов, но и получить значительный экологический эффект от сокращения сжигания традиционного органического топлива.

Таким образом, системы тепло- и холодоснабжения зданий, использующие низкопотенциальное тепло Земли, представляют собой надежный источник энергии, который может быть использован повсеместно. Этот источник может использоваться в течение достаточно длительного времени и может быть возобновлен по окончании периода эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геотермальные теплонасосные системы теплохладоснабжения зданий и сооружений / Васильев Г.П., д-р техн. наук.

2. Использование нетрадиционных источников энергии в системах энергообеспечения объектов городского хозяйства / Васильев Г.П., д-р техн. наук.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

Коврыгина Е.В. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент

Эффективность процесса получения промышленного карбида кремния зависит от таких факторов, как: объемный вес шихты, состав исходных материалов, загружаемых в печь, геометрические параметры керна. Однако по имеющимся экспериментальным и теоретическим данным одним из определяющих параметров, влияющих на процесс, является температура.

Карбид кремния (карборунд) – это материал, обладающий чрезвычайно широким комплексом полезных электрофизических, антикоррозионных и прочностных свойств. Благодаря такому сочетанию он все шире используется в современных отраслях производства.

Основным сырьем для производства карбида кремния служит кварцевый песок и нефтяной кокс. Процесс образования карбида кремния заключается во взаимодействии кремнезема с углеродом при высоких (до 2200 °С) температурах.

Для производства карборунда применяют печи различных конструкций, из которых наиболее совершенной является металлоогнеупорная. Ее подина состоит из литых рам из жароупорной стали или чугунных плит. Рамы имеют кассеты для укладки в них кирпича, а листы или плиты перфорированы для облегчения выхода газов. Подобные печи, длиной от 7 до 17 м, шириной от 1,8 до 4 м, высотой от 1,7 до 3 м, сверху на всем протяжении открыты.

Мощность печей колеблется от 750 и до 2 500 кВт. Теоретический расход электроэнергии за одну плавку достигает 25-55 тыс. кВт-ч.

Приготовление шихты производится путем весовой дозировки и смешивания всех компонентов. Печи загружают в таком порядке: сначала подают наполнительную шихту, представляющую собой отходы производства (непрореагировавшая шихта), которую тонким слоем разравнивают по гамаку подины. Затем подают реакционную шихту до уровня под аморф, иногда на ней выкладывают тонкий слой аморфа и вновь распределяют реакционную шихту до уровня керна. Керн укладывают на подушку из шихты с небольшим подъемом к середине, имея в виду его оседание в течение кампании.

На сердечник укладывают реакционную шихту, иногда аморф и сверху слой наполнительной шихты. Печь заполняют шихтой выше уровня стен, сгребая ее на гребень к середине.

В зависимости от мощности печи и размеров поперечного сечения сердечника процесс длится от 22 до 40 часов, в большинстве случаев 26-36 часов. Наблюдение за процессом ведут только путем постоянного замера напряжения и силы тока. Охлаждение печи длится до 24 часов; перед разгрузкой печь поливают водой, после чего приступают к разгрузке.

Выгруженный из печей карборунд представляет собой крупнокристаллические куски, которые измельчают, обогащают и классифицируют по крупности.

Полученные в процессе разборки печи и сортировки блока непрореагировавшая шихта, керновый материал и аморфный карбид кремния после соответствующей переработки снова возвращаются в процесс.

Для оптимизации температурных режимов при производстве карбида кремния запишем физическую и математическую постановку задачи. Геометрия расчетной области представлена на рис. 1.

1 – керн;
2 – реакционная шихта;
3 – теплоизоляционная шихта.

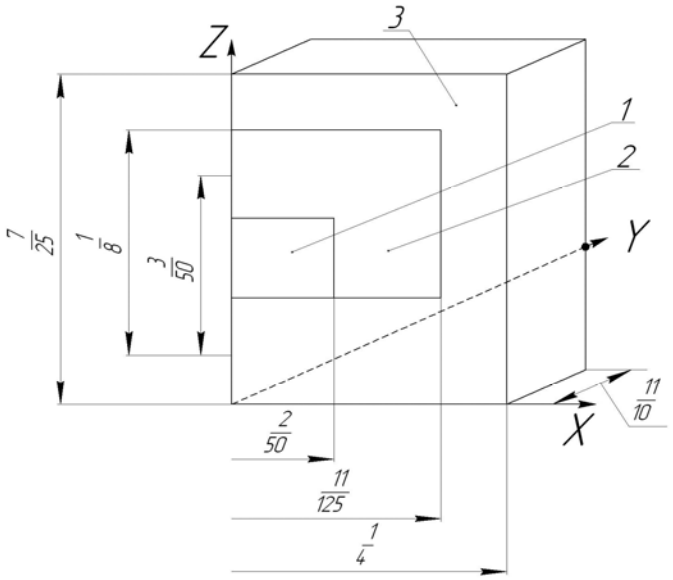

Рис. 1

Для расчета нестационарных температурных полей используем уравнение теплопроводности:

$$\rho c_p \frac{\partial t}{\partial \tau} = div\left(\lambda \overline{gradt}\right) + q_v,$$

где ρ – плотность материала, кг/м^3; c_p – изобарная теплоемкость, Дж/(кг °С); λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м °С); $\overline{gradt}$ – поле температур; q_v – мощность внутренних источников теплоты, Вт/м^3.

На границе раздела различных материалов записываются условия сопряжения $\lambda_1(\partial t/\partial x)_1 = \lambda_2(\partial t/\partial x)_2$, а на внешней стороне печи граничное условие $\lambda(\partial t/\partial x) = \alpha(t_\omega - t_{o.c.})$, где t_ω – температура поверхности печи; $t_{o.c}$ – температура окружающего воздуха.

Для решения уравнения теплопроводности используем метод конечных разностей (контрольного объема). В результате находится температурное поле во времени, что позволяет найти оптимальный режим разогрева печи для получения качественного карбида кремния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зарубин В.С.* Инженерные методы решения задач теплопроводности. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 328 с., ил.

2. *Свенчанский А.Д.* Электрические промышленные печи: Учебник для вузов по спец. «Электротермические установки». В 2-х ч. – М.: Энергия, 1975.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ СТОЛОВОЙ ФИЛИАЛА «МЭИ (ТУ)» В Г. ВОЛЖСКОМ

Самчик И.С. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Добринский Л.К.*** – канд. техн. наук, доцент

Для сокращения потерь тепла через ограждающие конструкции были применены теплоизоляционные материалы, такие, как пенополистирольные плиты марки 50 первой категории качества ($\lambda_{НАР} = 0{,}041 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot °\text{C}}$ – коэффициент теплопроводности), благодаря которым сократились затраты на отопление и установку отопительного оборудования. Они повысили экологическую безопасность, температурный комфорт помещения и ограничили накопление влаги в ограждающих конструкциях. Применение данных теплоизоляционных материалов позволило снизить потери тепла более чем на 10 %. Требуемая тепловая мощность отопительной установки составила $Q_{ОТ} = 40{,}5$ кВт.

Также были рассмотрены как традиционные, так и современные способы отопления.

В качестве традиционного способа была спроектирована центральная система водяного отопления. Источник теплоснабжения – ТЭЦ. Система двухтрубная, тупиковая с нижней разводкой, так как здание одноэтажное, с бесчердачным покрытием. Температурный перепад теплоносителя составляет: $t_г$ = 95 ºС (температура горячей воды в системе) – t_0 = 75 ºС (температура обратной воды в системе). Прокладка трубопроводов в помещении – открытая, поскольку она более надежна в эксплуатации. В роли отопительных приборов были выбраны конвекторы марки «Аккорд» типа К2А-0,621.

В качестве современного способа было применено отопление с использованием инфракрасных обогревателей.

По сравнению с конвекционным отоплением, где нагревается воздух и от него нагреваются предметы, при длинноволновом инфракрасном отоплении в первую очередь нагреваются предметы, а затем от предметов тепло передается воздуху. Исследования показали, что при конвекционном отоплении температурный градиент по высоте составляет 1,7-2,5 °С/м, причем теплый воздух естественным образом оказывается вверху, а холодный внизу. При этом разница температур между полом и потолком достигает 6-7 °С. При инфракрасном отоплении температура у поверхности пола выше, чем у потолка, а температурный градиент приблизительно составляет 0,3 °С/м. В этих условиях комфортная температура на высоте 1,5 м может быть понижена на 2-3 °С без ущерба для здоровья человека, так как температура пола будет составлять 18-19 °С.

Температура излучающей поверхности инфракрасных обогревателей – от 100 до 950 °С в зависимости от области применения. Для жилых зданий с высотой потолков 2,5-3,5 м допустима температура излучающей поверхности 100-120 °С.

Это наиболее мягкое и безопасное излучение. Для открытых площадок, балконов с высотой более 3,5 м могут быть использованы температуры излучающей поверхности до 950 °С.

Недостатки инфракрасного отопления

Недостатков нет. Однако есть одно «но». Специалисты считают, что основное назначение инфракрасных обогревателей – отопление помещений большого объема с высокими потолками и плохой теплоизоляцией. Для таких сооружений экономия электроэнергии с учетом локального характера отопления может достигать 80 %. Но следует заметить, что бетонные полы без утепления существенно снижают эффективность такого отопления. Однако, если учесть, что капитальные затраты на оборудование незначительны, монтаж несложен, а профилактические и ремонтно-эксплутационные работы практически отсутствуют, становится очевидным преимущество инфракрасного отопления.

Преимущества инфракрасных обогревателей:

– быстрый нагрев помещения по сравнению с конвективными системами отопления;

– при отоплении инфракрасными обогревателями в ночное время в помещении может поддерживаться более низкая температура, благодаря использованию терморегулятора, что значительно экономит электроэнергию;

– аккумулирование тепла. В случае отключения электричества тепло сохраняется длительный период времени;

– инфракрасные обогреватели не нарушают уют и комфорт. Установка на потолке позволяет сохранить стены и пол свободными, не занимая рабочую зону помещения;

– работают бесшумно;

– не занимают полезной площади, не мешаются под ногами, об потолочный обогреватель невозможно обжечься;

– мобильны (обогреватели легко устанавливаются и демонтируются);

– могут эксплуатироваться во влажных помещениях;

– инфракрасные обогреватели безопасны: можно использовать в качестве основного отопления любых помещений; можно оставлять работать без присмотра; не уменьшают содержание кислорода в помещении; не выделяют запахов; пожаробезопасны;

– экологичность. Отсутствие образования продуктов сгорания или водяного пара устраняет потребность в дополнительных системах вытяжной вентиляции. Поскольку нет необходимости перемещать воздух для повышения эффективности теплопередачи, то и пыль, и другие атмосферные загрязнения не циркулируют в обогреваемых помещениях.

В данном случае были выбраны потолочные инфракрасные обогреватели Frico EZF 2121 весом 10,9 кг, мощностью нагрева 2,1 кВт и габаритами (В×Ш×Г) 1678×64×282 мм.

Из всего выше сказанного становится ясно, что инфракрасное отопление на 20-25 % экономичнее конвекционного – за счет существенного снижения затрат на отопление потолочной части и снижения комфортной температуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3-х ч. Ч. 1. Отопление / *В.Н. Богословский*, *Б.А. Крупнов*, *А.Н. Сканави* и др. / Под ред. *И.Г. Староведова* и *Ю.И. Шиллера*. – 4-е перераб. и доп. изд. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.

2. Расчет систем центрального отопления. *Щекин Р.В.*, *Березовский В.А.*, *Потапов В.А.* – Издательское объединение «Вища школа», 1975. – С. 216.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ДИАМЕТРА ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ

Худяков К.В., Лаврентьев Ю.С.
Волгоградский государственный технический университет

В настоящее время не существует теоретически обоснованной методики проектирования вихревых труб (ВТ), так как нет гипотезы, непротиворечиво объясняющей процесс энергетического разделения сжатого воздуха в ВТ на холодную и горячую составляющие. ВТ конструируют на основании эмпирических методик, на основании длительного опыта их доводки. При этом ВТ может оказаться при определенных условиях более или менее «удачной». Для ВТ нельзя заранее сказать, насколько их эффективность будет изменяться при изменении того или иного конструктивного параметра, например, диаметра камеры энергетического разделения. В то же время различными исследователями накоплен немалый опыт конструирования ВТ и, что немаловажно, испытаний их эффективности. Анализ более чем 200 источников – докладов на конференциях «Вихревой эффект и его применение в технике» – позволил проанализировать эффективность предлагаемых исследователями ВТ. Задача – сопоставить конструктивные параметры вихревых труб и показатели их эффективности – осложняется тем, что если конструктивные и режимные параметры ВТ приводятся практически всеми исследователями, то ситуация с показателями эффективности не столь прозрачна и отражает объективные трудности, возникающие при желании конструкторов повысить КПД ВТ. Авторами выполнены обобщения многочисленных эмпирических данных с целью возможности проектирования новых ВТ с лучшими энергетическими характеристиками. Предложен новый комплекс, учитывающий диаметр камеры энергетического разделения ВТ и степень расширения сжатого воздуха.

Среди конструктивных параметров были взяты следующие: диаметр камеры энергоразделения в сопловом сечении D_0, мм; относительная длина камеры энергоразделения, калибры; относительная площадь сопла; угол конусности камеры энергетического разделения α, °. Из режимных параметров рассматривались: доля холодного потока μ (либо фиксированное значение, либо

диапазон) и степень расширения π – отношение полного давления сжатого газа на входе в сопло вихревой трубы к полному давлению на выходе (на «холодном конце») вихревой трубы. Изготовленные и испытанные вихревые трубы отличаются разнообразием характеристик, однако есть тенденция придерживаться устоявшихся значений: например, относительный диаметр диафрагмы чаще всего $\overline{D}_Д$ = 0,5; относительный диаметр сопла $\overline{F}_C$ = 0,1, применяется одно сопло. Несмотря на то, что прямоугольное сопло более выгодно (отсутствуют потери на перестройку потока), наибольшее распространение имеют круглые сопла.

До сих пор не была предпринята попытка увязать геометрические и режимные параметры ВТ в единый комплекс. Авторы предположили, что необходимо взять главный геометрический параметр ВТ D_0 и связать его с важным геометрическим параметром – степенью расширения π через соотношение

$$D_0\sqrt{1-\frac{1}{\pi^{\frac{K-1}{K}}}}, \qquad (1)$$

где K – показатель адиабаты. При этом достигается цель – получить универсальный параметр для ВТ, пропорциональный числу Рейнольдса до множителя $\frac{\varphi\sqrt{2C_PT^*}}{\nu}$, где φ – коэффициент скорости, φ = 0,94…0,98; T^*, К – полная температура сжатого воздуха; C_P = 1 005 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ – удельная теплоемкость воздуха; ν, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ – коэффициент кинематической вязкости.

Максимальному значению η_t соответствует $D_0\sqrt{1-\frac{1}{\pi^{\frac{K-1}{K}}}} = 26{,}34.$

Следовательно, для каждого значения степени расширения π существует оптимальный D_0.

$$(D_0)_{опт} = \frac{26{,}34}{\sqrt{1-\frac{1}{\pi^{\frac{K-1}{K}}}}}.$$

Тогда каждому значению D_0 соответствует $\pi_{опт}$.

$$\pi_{опт} = \left[\frac{1}{1-\left(\frac{26{,}34}{D_0}\right)^2}\right]^{\frac{K}{K-1}}.$$

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СКЛАДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПАРОЭЖЕКТОРА

Евдоченко Е.Н. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент

Одним из способов обеспечения теплоснабжения на складе краски может служить система с использованием пароэжектора.

Система представляет собой централизованную, двухтрубную систему отопления, в которой теплоносителем является пар с температурой 190 ºС и расходом 1,0 т/час, а рабочим телом – вода с температурой 70 ºС, расходом 0,1 т/час.

По расчету величины теплопотерь всех помещений склада определяем тепловую нагрузку системы, которая равна 1163 кВт.

Размещаем отопительные приборы – регистры гладких труб, четырехходовые (размер труб 108×3,5 мм).

Данную отопительную нагрузку может обеспечить монтаж пароэжекторного теплообменника, предназначенного для нагрева воды в системах отопления, теплоснабжения, горячего водоснабжения, для нагрева растворов в технологических установках путем введения пара в транзитную магистраль, при этом для нагрева используется полное теплосодержание (энтальпия) пара без удаления конденсата.

При подаче пара через паропровод в нагреватель в камере смешения на входе в нагреватель образуется зона пониженного давления, и основной поток воды поступает в нагреватель. Далее в зоне теплообмена нагревателя происходит конденсация пара, теплообмен интенсифицируется за счет теплоотдачи с наружной поверхности нагревателя в наружный обтекаемый поток. На выходе из камеры теплообмена установлен диффузор для снижения скорости потока; нагретая вода через выходной патрубок корпуса поступает в сеть.

Для регулирования температуры выходящей воды изменяют расход пара на пароэжектор с помощью запорной арматуры вручную или при помощи системы автоматического регулирования.

Технические характеристики: длина – 1 300 мм; высота – 293 мм; масса сухая – 78 кг. Расчетный режим работы установки осуществляется при следующих параметрах:

давление воды на входе в установку	1,0/1,5 (кгс/см²);
давление пара на входе в установку	9,0 (кгс/см²);
температура воды на входе в установку	70 ºС;
температура воды на выходе из установки	95 ºС.

Применение пароутилизатора сводит к минимуму затраты на монтаж, эксплуатацию и текущий ремонт водогрейной системы, уменьшает расход топлива в котельных, а также понижает требования к качеству используемой воды. Пароутилизатор может эксплуатироваться вне помещений, что также снижает эксплуатационные затраты.

Монтаж пароутилизатора заключается во врезке его в паровую и водяную магистрали. Соединение его с магистралями осуществляется стандартными фланцевыми соединениями. Временные затраты на монтаж и подключение составляют около 16 н/ч рабочего времени. Уровень сложности монтажа сравним с установкой задвижек и водяных элеваторов.

В пароутилизаторах применено ноу-хау, обеспечивающее гашение возможных пульсаций при изменении входных параметров, в связи с чем отсутствуют вибрации, и уровень шума ниже, чем у трансзвуковых аппаратов (ТСА). Пароутилизаторы работают в широком диапазоне изменения давлений расходов воды и пара. Теплообменник может работать на магистралях диаметром до 500 мм.

При изменении режима работы установки не требуется дополнительная подстройка. Система автоматики полностью аналогична КИПиА бойлера (кожухотрубного теплообменника). Прямолинейного участка водяной магистрали после установки не требуется. Интервал подогрева воды определяется температурой пара, может быть более 100°С.

Установка пароутилизатора позволяет:

– использовать 100 % внутренней энергии пара в пароводяных теплообменниках;

– снизить потребление энергоресурсов на 20-30 %;

– снизить эксплуатационные затраты на 50-70 %;

– улучшить экологическую обстановку за счет утилизации сбросового пара и сокращения выброса отработанных газов котельных.

КПД системы при внедрении пароутилизатора увеличивается до 99 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила СНиП II-3-79* «Строительная теплотехника» (утв. постановлением Госстроя СССР от 14 марта 1979 г. № 28);

2. *Соколов Е.Я.* Теплофикация и тепловые сети. – М.: МЭИ, 1999. – 472 с.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЗДАНИЯ

Фудашкина О.А. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Камышин Ю.В.*** – доцент

Система теплоснабжения здания предназначена для обеспечения тепловой энергией (теплотой) его инженерных систем, требующих для своего функционирования подачи нагретого теплоносителя. В качестве теплоносителя в настоящее время, как правило, используется нагретая вода. Теплоисточником для системы водяного теплоснабжения служит водогрейная котельная, размещаемая непосредственно в здании или близ него.

В связи с этим в данной работе производится:

1. Расчет теплопотерь:

– через ограждающую поверхность здания (через стены, окна, чердачное перекрытие, подвал);

– на нагревание инфильтрующегося воздуха.

2. Определение тепловой нагрузки отопления и горячего водоснабжения.

3. Определение поверхности нагрева отопительных приборов.

4. Расчет калорифера системы вентиляции.

Для трехэтажного здания школы с общей площадью стен равной 2 107 м^2, общей площадью окон – 774 м^2, площадь чердачного перекрытия равна 2 288 м^2, теплопотери через стену составили 95,37 кВт, теплопотери через пол равны 13,64 кВт.

Таким образом, суммарный объем теплопотерь составил 195,1 кВт, но учитывая добавочные телопотери, составляющие 45 % от общего объема, получаем, что действительные общие теплопотери равны 282,9 кВт.

Полные теплопотери с учетом количества тепла, уходящего на нагревание инфильтрующегося воздуха, тепла, уходящего на горячее водоснабжение, и потерь тепла на вентиляцию составили 101,1 МВт.

Для покрытия тепловой нагрузки система отопления принимается водяная, насосная, однотрубная, проточная с верхней разводкой. Устанавливаются радиаторы типа М-140 открыто в нишах глубиной 120 мм на расстоянии 80 мм от верха прибора до подоконной доски, без учета теплоотдачи труб стояками и подводками.

В результате расчета получаем, что количество секций отопительных приборов для 1-го этажа равно 5 шт., а для 2-го и 3-го этажей – по 7 шт. Общее количество калориферов, установленных в один ряд по потоку воздуха, равно 6 шт. В связи с тем, что школа является местом длительного пребывания детей, возникает необходимость: с одной стороны – создания и поддержания наиболее комфортных условий в помещении, а с другой – рационального использования энергетических ресурсов.

Проблема повышения экономичности и надежности энергоснабжения любого производства является актуальной задачей. Одним из выходов из сложившейся ситуации является использование автономных источников энергоснабжения.

Преимущества автономных систем теплоснабжения заключаются в следующем:

– отсутствие дорогостоящих наружных тепловых сетей;

– возможность быстрой реализации монтажа и запуска в работу систем отопления и горячего водоснабжения;

– низкие первоначальные затраты;

– упрощение решения всех вопросов, связанных со строительством, так как они сосредоточены в руках владельца;

– сокращение расхода топлива за счет местного регулирования отпуска тепла и отсутствие потерь в тепловых сетях.

Также экономию энергии можно получить при установлении на дверях воздушной завесы. В общественных зданиях это актуально из-за большого количества холодного воздуха, проникающего в помещение при открывании дверей. Правильно установленная воздушная завеса сводит воздухообмен к минимуму.

СЖАТИЕ В КОМПРЕССОРЕ С НАИМЕНЬШИМ ПОВЫШЕНИЕМ ТЕМПЕРАТУРЫ

Степанова Н.М. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Староверов В.В.*** – канд. техн. наук, доцент

Теоретически газ может сжиматься в ходе изоэнтропического и изотермического процессов. Это сжатие можно рассматривать в качестве части обратимого процесса. Если бы сжатый газ необходимо было использовать немедленно при его конечной температуре, изоэнтропический процесс имел бы определенные преимущества. В действительности газ редко используется непосредственно после сжатия и без охлаждения перед использованием. Соответственно выгоднее использовать изотермический процесс, так как он требует меньше работы. Попытки реализовать этот процесс предпринимались на практике: воздух охлаждался в процессе сжатия. Результаты можно продемонстрировать на примере компрессора с эффективным рабочим давлением 7 бар, что теоретически при изоэнтропическом сжатии по сравнению с изотермическим сжатием требует мощности больше на 37 %. Практическим способом, позволяющим снизить нагревание газа, является разделение сжатия на нескольких ступенях. После каждой ступени газ сначала охлаждается, после чего снова сжимается. Это позволяет увеличить КПД, так как давление на первой ступени снижается. Используемая мощность снижается до минимума, если все ступени характеризуются одинаковой степенью повышения давления. Чем больше число ступеней, на которые разделяется сжатие, тем больше весь процесс в целом приближается к изотермическому сжатию. Но в реальности по экономическим причинам есть предельное количество ступеней, используемых в установке.

Рис. 1. P-V диаграмма для двухступенчатого поршневого компрессора

Достаточно прогрессивна конструктивная схема трохоидного роторно-поршневого компрессора (РПК). Роторно-поршневые компрессоры, как и поршневые, относятся к объемным машинам, у которых рабочий процесс осуществляется циклически в замкнутых рабочих камерах. Они компактны, полностью механически уравновешены, не нуждаются во впускных клапанах.

В связи с тем, что для осуществления компрессорного цикла необходимо затрачивать механическую энергию, представляет интерес, какие резервы существуют в оптимизации рабочего процесса для снижения затрат мощности двигателя на привод.

На P-V диаграмме, отображающей расчетный цикл, кроме соответствующих политропических процессов a-b и c-d с показателями политропы n_1 и n_2, указаны также адиабатические процессы сжатия и расширения (k = 1,4) для теоретического цикла, в котором явления теплопередачи между газами и поверхностью статора не учитываются. Совместное рассмотрение приведенных кривых показывает, что охлаждение статора, с одной стороны, уменьшает энергию, затрачиваемую на совершение цикла, а с другой стороны, увеличивает количество молей газа, поступающего в рабочую полость, а следовательно, и уходящего из нее за цикл.

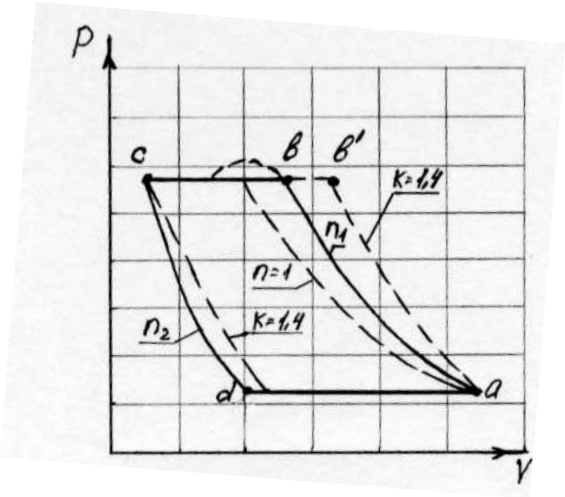

Рис. 2. P-V диаграмма для РПК

Действительно, чем сильнее охлаждается статор компрессора, тем меньше становится величина показателя политропы n_1, и кривая сжатия располагается ближе к кривой изотермического процесса (n_1 = 1), поэтому общая площадь диаграммы цикла, ограниченная указанными кривыми, заметно уменьшается, а следовательно, снижается и мощность, расходуемая на привод компрессора.

При охлаждении статора точка d на диаграмме P-V смещается влево, что увеличивает объем поступающего газа (участок d-a); следовательно, при одном и том же числе оборотов эксцентрикового вала компрессора его часовая производительность должна возрасти.

Из всего сказанного следует, что в компрессоре для повышения экономичности установки выгодно применять интенсивное охлаждение стенок статора, а также клапанной системы.

СЕКЦИЯ № 4

ИНФОРМАЦИОННОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Председатель: ***Грошев А.И.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Приступа Ю.В.*** – инженер кафедры ПТЭ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРУЕМОГО ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ КОНТРОЛЕ ЗНАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СКРЫТЫХ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ

Чулков А.А. – студент
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** – канд. техн. наук, доцент

В современных автоматизированных системах тестового контроля используется множество видов тестовых заданий. Наиболее распространенными из них являются задания закрытой формы – с выбором одного или нескольких вариантов ответа из множества. Однако оптимальные методы оценки ответа тестируемого на данные типы тестовых заданий до сих пор не разработаны. Применяя существующие методы, можно оценить только степень соответствия конечного ответа эталонному. Сам процесс ответа на задание, в котором тестируемый мог продемонстрировать неуверенность в своих знаниях или получить подсказку, не учитывается.

Целью данной работы является повышение качества оценки результатов тестирования знаний автоматизированными системами тестирования с использованием математических моделей посредством учета особенностей процесса формирования ответа.

Для решения поставленной задачи была разработана математическая модель, представленная на рис. 1. Эта модель тестирования имеет три состояния – S_1, S_2, S_3, соответствующие: тестируемый ответил самостоятельно; ответ был получен с помощью подсказки; с помощью метода перебора; и четыре события – V_1, V_2, V_3, V_4, соответствующие: установка правильного ответа; установка неправильного; отмена правильного; отмена неправильного. А также a_i – вероятности перехода из одного состояния в другое и b_i – вероятность наступления одного из событий для заданного состояния. Данная модель позволяет учитывать особенности процесса формирования ответа на тестовые задания. Это достигается за счет построения для каждого тестируемого шаблона поведения. Дальнейшая работа заключается в сравнении поведения тестируемого с этим шаблоном, в случае обнаружения несоответствия поведения тестируемого построенному

шаблону, вычисляется отклонение, которое учитывается при дальнейшем выставление итоговой оценки. Все изменения, вносимые системой в итоговую оценку, носят рекомендательный характер.

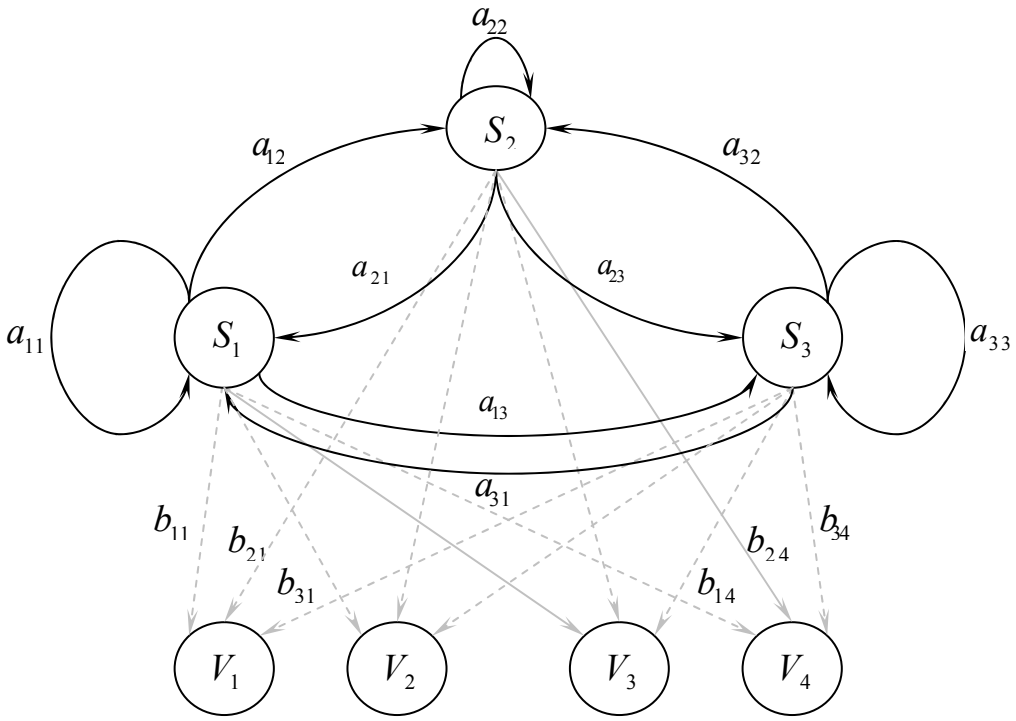

Рис. 1. Скрытая Марковская модель, описывающая процесс ответа на тестовые задания в автоматизированных системах тестового контроля

В процессе тестирования система фиксирует все воздействия пользователя и формирует на их основе наблюдаемую последовательность событий. С помощью теории о скрытых Марковских моделях были сформулированы и решены три задачи, позволяющие на их основе построить шаблон поведения тестируемого. А именно: нахождение вероятности соответствия ответа тестируемого построенному шаблону; определение состояний тестируемого по его наблюдаемой последовательности событий; построение шаблона, наиболее вероятно описывающего поведение тестируемого. Результаты экспериментальных данных показали, что построенная математическая модель адекватна и с высокой вероятностью описывает шаблон поведения тестируемого.

Практическая ценность данной работы заключается в повышении качества оценки тестовых заданий путем учета процесса формирования ответа на них. Разработанные модели и алгоритмы могут быть использованы как для создания новых автоматизированных систем тестового контроля, так и для доработки уже существующих.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ В ОБЛАСТИ ТЕЗАУРУСНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УЧЕБНЫХ СРЕДСТВ

Зубрева О.В. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** – канд. техн. наук, доцент

Современный образовательный процесс трудно представить без качественного обеспечения учебными и техническими средствами. За последнее время их видовой состав пополнился такими новейшими инструментами педагогической деятельности, как электронные учебники, электронные учебные пособия, средства компьютерного моделирования, Интернет-сайты и другие телекоммуникационные средства. В связи с этим особую важность приобретают вопросы разработки алгоритмов, реализующих обработку информации для подобных средств обучения. При этом необходимо выделить из предметной области такие единицы учебной информации, которые будут целесообразны как с научной, так и с методической точки зрения. Не менее важным является вопрос о степени дробления структуры предметной области или количестве уровней этой структуры. Очевидно, что количество уровней или сложность структуры, а также включенность в эту структуру тех или иных понятий должны определяться целью и формой обучения.

Тезаурусное представление знаний является эффективным и удобным средством описания предметных областей при построении систем автоматизированного проектирования электронных учебных средств. Тезаурус наиболее явно отражает содержание предметной области. Структура тезауруса может изменяться в зависимости от решаемых задач, функциональных требований и специфики лексического наполнения языка предметной области.

Анализ существующих программных разработок, направленных на проектирование электронных учебных средств, показал, что на сегодняшний момент не существует программного обеспечения, ориентированного непосредственно на построение структуры тезауруса предметной области и разбиения его на иерархические уровни учебного материала (главы, параграфы, подразделы).

В связи с этим актуальным становится вопрос разработки программного обеспечения, реализующего возможность построения и хранения тезауруса учебного курса, осуществляющего его разбиения согласно уровням иерархии, а также предоставляющего пользователю предполагаемую модель освоения содержания учебного курса.

Решение данной проблемы видится в разработке системы хранения данных тезауруса и алгоритмов их обработки. Система хранения данных должна содержать в себе всю необходимую информацию об объектах тезауруса и связях между ними. На алгоритмы обработки данных возлагается задача построения структуры электронного учебного пособия и последовательности изучения учебного курса.

Ввиду того, что в первоначальном виде тезаурус учебного курса представляет собой ориентированный граф, были проанализированы методики декомпозиции графа на подграфы, и на их основе разработана имитационная модель, содержащая в себе базу данных для хранения информации о тезаурусе и основные алгоритмы, обеспечивающие решение поставленной задачи:

– алгоритм разбиения тезауруса предметной области на структурные единицы различных уровней иерархии, сконструированный на основе алгоритмов декомпозиции графов;

– алгоритм построения структуры тезауруса, осуществляющий построение дерева понятий предметной области;

– алгоритм построения модели освоения предметной области, результатом которого является последовательность изучения понятий, входящих в тезаурус.

Таким образом, разработанная имитационная модель позволит повысить эффективность процесса автоматизированного проектирования электронных учебных пособий и послужит основой для дальнейшей разработки педагогических средств обработки и структурирования учебного материала.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ К ОБУЧАЕМОМУ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ

Вдовенко Н.С. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Панкова Л.А.*** – ст. преподаватель

Одной из важных возможностей интеллектуальных обучающих систем является обеспечение максимальной адаптации к каждому обучаемому. Такие системы при выборе очередного учебного воздействия должны учитывать всю картину знаний ученика по изучаемому предмету и даже его личностные особенности.

Многие компьютерные обучающие системы не используют модель студента, что снижает качество учебного процесса и не позволяет организовать адаптивное обучение. Для разработки адаптивных компьютерных систем обучения наиболее эффективным представляется использование смешанной структуры модели студента.

В результате проведенного анализа моделей обучаемого и моделей учебного процесса в качестве основы модели предметной области взяты классический вариант графовой модели и оверлейная модель обучаемого. На основе оверлейной модели умений обеспечивается адаптивное управление обучаемым, заключающееся в выдаче ему на очередной шаг обучения учебной задачи оптимальной трудности и сложности. Также в математической модели обучаемого учитывается среднее время выполнения задач определённого уровня сложности. Вначале для каждого обучаемого это время задаётся преподавателем, исходя из его педагогического опыта, и в процессе обучения корректируется системой.

Для улучшения адаптации к обучаемому, кроме адаптации последовательности изучения тем, добавляется адаптация к циркадному ритму обучаемого.

Модель представляет собой множество промежутков времени, в течение которых обучаемый проявляет наибольшую активность и лучше усваивает материал. Это оценивается по скорости увеличения уровня усвоения концептов, с которыми обучаемый в данный момент работает. Если время проведения сеанса обучения попадает в такой промежуток, то обучаемому предлагается более сложный или менее изученный материал. Если же нет, то обучаемому по возможности будут предлагаться более простые задания или вопросы для повторения. В течение первых дней обучения система должна адаптироваться к циркадному ритму обучаемого. При достаточно продолжительном периоде адаптации системы к обучаемому возможна компенсация неверного задания начальной циркадной модели. По завершении адаптации к обучаемому система будет располагать уточнённой циркадной моделью обучаемого и сможет дополнительно выводить промежутки времени, рекомендуемые для проведения сеансов обучения.

Разработанная математическая модель предметной области и модель обучаемого позволяют оценить как успехи обучаемого в изучении материала, так и причины его неудачи по оценке уровня усвоения отдельных концептов. Также на основе разработанных моделей возможно построение оптимальной последовательности изучения тем. При использовании дополнительной, циркадной модели обучаемого становится возможной адаптация к отдельным индивидуальным физиологическим и психическим особенностям обучаемого.

Была разработана программа, моделирующая работу адаптивной компоненты в компьютерной обучающей системе. Данная программная реализация предоставляет пользователю возможность создания и просмотра файла, содержащего модель обучаемого, и просмотра и редактирования файла, содержащего математическую модель предметной области. Также данная программная реализация позволяет работать с несколькими страницами электронного учебника для определения средних значений параметров, используемых адаптивной компонентой.

Проанализировав результаты проведенных экспериментов, можно сделать выводы о том, что адаптивная модель позволяет увеличить скорость усвоения концептов за счёт адаптации траектории обучения и учёта психофизиологических особенностей обучаемого, следовательно, сократить число необходимых для достижения цели шагов обучения.

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Белова А.В. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Рыбанов А.А.*** – канд. техн. наук, доцент

На данный момент решение проблемы качественной оценки знаний, умений и навыков студентов при компьютерном контроле в большой степени связано с

правильным выбором метода оценивания знаний, позволяющим получить достоверные данные о знаниях учащихся, учитывая их индивидуальные способности. Использование автоматизированных систем тестирования знаний студентов как эффективного средства контроля знаний, позволит снизить нагрузку преподавателя, автоматизировать его труд и повысить объективность оценивания качества образования.

Выбор математической модели, помимо выбора механизма оценивания, предполагает подбор параметров контроля, характеризующих отдельное задание, работу обучаемого с набором контрольных заданий и параметры, используемые для настройки алгоритма, которые помогут на этапе сбора информации выявить наиболее значимые данные об испытуемом.

Обзор моделей и методов компьютерного контроля знаний, приведенный в данной работе, показал, что на сегодняшний день существует большое число алгоритмов оценки знаний, начиная с простейших моделей, использующих при своей работе примитивный математический аппарат, заканчивая алгоритмами, в которых используются всевозможные параметры контроля, основанными на теории вероятности или теории нечетких множеств.

Анализ автоматизированных систем тестового контроля (в количестве 25) позволил выяснить, что все рассмотренные математические модели контроля знаний программно реализованы, большинство систем апробировано в ВУЗах и школах. Определена частота использования той или иной модели в автоматизированной системе тестирования знаний:

простейшая модель	16 %;
модели, учитывающие параметры задания:	
модели, учитывающие сложность задания	32 %;
модели, учитывающие время выполнения задания/работы	12 %;
модели на основе уровней усвоения	4 %;
метод линейно-кусочной аппроксимации	4 %;
модель на основе вероятностных критериев	8 %;
алгоритм, основанный на вычислении оценок	8 %;
модели на основе теории нечетких множеств	16 %.

В соответствии с проведенными анализами было принято решение повысить качество оценки знания, используя модели как традиционного вида (простейшая модель), так и модели, не так давно получившие распространение (модель на основе теории нечетких множеств). Подбор параметров контроля знаний поможет проследить как точно одна или другая система оценит усвоенный материал испытуемого и поможет найти то сочетание «модель – параметры», которое позволит повысить эффективность процесса оценивания знаний.

В результате были разработаны математические модели простейшей модели оценки знаний, модели, учитывающей время выполнения тестового задания, и модели, основанной на теории нечеткой логики. Результатом работы каждой из моделей является приведенный к выбранной шкале вектор оценок испытуемых.

Разработана имитационная модель процесса оценивания знаний для каждой из приведенных математических моделей на основе единой базы хранения информации, позволяющая получать оценку знаний испытуемого одновременно по всем моделям. В рамках программной реализации математической модели на основе теории нечеткой логики создан редактор графиков функций принадлежности лингвистической переменной, позволяющий корректировать степени истинности вариантов ответа на ТЗ и наблюдать, как эти изменения повлияют на оценку студента.

Проведено тестирование имитационной модели. Выявлены особенности, позволяющие при выборе математической модели для оценки знаний сделать выбор в пользу модели, основанной на теории нечеткой логики. Данная модель, благодаря заданию степени принадлежности для каждого варианта ответа на тестовое задание, позволяет наиболее точно оценить все данные студентом ответы и тем самым выставить наиболее адекватную знаниям испытуемого оценку. Варьирование значениями эталонной функции принадлежности итоговой оценки позволит обеспечить наиболее точную величину выходной переменной.

Внедрение нечеткой модели как эффективного средства контроля знаний повысит качество и точность оценивания навыков студентов.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ АДАПТАЦИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ОБУЧЕНИЯ

Точилкина Ю.П. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Панкова Л.А.*** – ст. преподаватель

При анализе существующих моделей обучаемого и систем автоматического обучения были выявлены существенные недостатки в их структуре.

1. Существует несколько типов обучающих систем. Наиболее оптимальным типом компьютерной обучающей системы является сопровождающая, так как данная система позволяет следить за действиями пользователя и анализировать модель его поведения, а следовательно, грамотно строить процесс обучения.

2. Существует множество моделей обучаемого, но практически все они имеют недостатки. Так, например, статическая модель легко реализуема, но не позволяет учитывать особенности конкретного пользователя. Минусом динамической модели является сложность реализации.

3. Все существующие системы либо совсем не используют модель обучаемого, либо используют малоэффективные модели обучаемого.

В связи с полученными результатами исследования была построена математическая модель обучаемого на основе дополненной оверлейной модели знаний.

Анализ разработанной модели показал, что она удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к математическим моделям: адекватности,

сходимости, универсальности, экономичности и может служить основой для разработки и проектирования модели обучаемого в ИОС. Также данная модель предоставляет возможность проектирования гибкой траектории обучения, что позволяет ей оптимально подстраиваться под каждого пользователя и параллельно с повышением уровня знаний обучаемого усложнять свою архитектуру.

По результатам анализа алгоритмов функционирования системы можно сделать вывод о том, что разработка программного продукта выполнена в соответствии с математической моделью и является адаптивной системой компьютерного обучения. Адаптивную компоненту составляют следующие процедуры:

1) варьирования трудности – позволяет изменять трудность в зависимости от уровня знаний пользователя;

2) варьирования подробности теоретического материала – позволяет подбирать наиболее доступную форму подачи теоретического материала пользователю.

Процедура варьирования трудности: в качестве входных параметров используют уровень усвоения материала на предыдущем шаге обучения, а также сложность этой задачи. Выход процедуры – номер следующего тестового задания.

Процедура варьирования подробности теоретического материала вызывается в том случае, если уровень усвоения материала на предыдущем шаге был низким (оценка тройка и ниже). На вход данной процедуры подается уровень усвоения на предыдущем шаге, а также значение счетчика, который определяет уровень подробности теоретического материала при предыдущем вызове подсказки. Выход процедуры html – страница, содержащая теоретическую информацию с определенным уровнем подробности.

Как показано на рис. 1 количество положительных оценок при использовании адаптивной компоненты значительно выше, чем в системе без адаптивной компоненты. Исходя из полученных результатов, уровень обученности, или уровень усвоения материала пользователем при применении системы, содержащей адаптивную компоненту, возрастает до показателя 89 %, тогда как при отсутствии модели пользователя уровень усвоения материала равен 66 %.

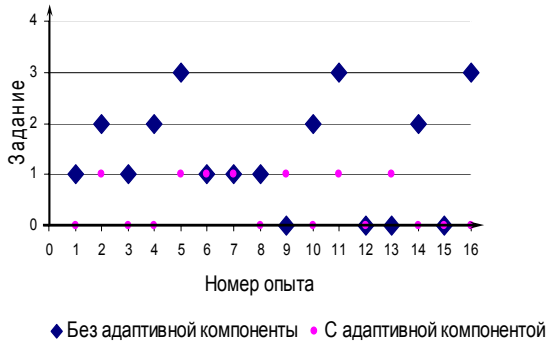

Рис. 1. Количество оценок «отлично», полученных при тестировании системы

Посредством анализа результатов, полученных в ходе апробации и тестирования модели, можно сделать вывод об адекватности и эффективности

построенной математической модели. Следовательно, эффективность обучения повышается при внедрении в интеллектуальные системы компьютерного обучения адаптивной компоненты, основанной на оверлейной модели знаний пользователя.

ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Крутикова А.Е. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук. ***Клюгина Н.Н.*** – ст. преподаватель

В настоящее время становится актуальной задача использования современных информационных технологий для решения задачи тестирования знаний студентов в период между сессиями, при приеме зачетов у большой группы студентов в сжатые сроки, а также для самотестирования знаний студентами без участия преподавателя.

Актуальность исходит из ряда факторов:

1) процесс глобализации всех сфер жизнедеятельности;
2) информатизация и компьютеризация;
3) вхождение России в Европейское образовательное пространство;
4) динамика развития цивилизации.

Ведущими требованиями к мониторингу качества знаний, умений и навыков обучаемых считаются: объективность, валидность, надежность, систематичность объекта изучения, гуманистическая направленность, формализация, стандартизация, квантификация, интерпретация результатов.

Современные компьютерные системы поддерживают, как правило, четыре типа тестов: самопроверка, обучающий тест, экзамен и промежуточный контроль.

Недостаточное внимание к рассматриваемому педагогическому средству объясняется отнюдь не косностью профессорско-преподавательского состава, а гораздо более серьезными причинами. Прежде всего, не решен вопрос об отношении к компьютерному тестированию.

Не считая компьютерное тестирование панацеей от всех «болезней» вузовского образования рубежа тысячелетий, тем не менее, следует отметить целый ряд его основных педагогических, организационных, экономических и прочих достоинств.

1. Компьютерное тестирование открывает возможность объективного, систематического и подлинно индивидуального контроля знаний студентов, позволяя решать многие педагогические задачи, о которых при традиционной методике не может быть даже и речи.

2. Оно более экономично, ибо чрезвычайно трудоемкий «ручной» процесс контроля перекладывается «на плечи» компьютеров.

3. Оно отвечает императиву информатизации учебного процесса, без которой немыслимо дальнейшее существование высшей школы.

4. Автоматизация проверки результатов тестов.

Неоднократно проводимое компьютерное тестирование позволило определить не только указанные выше преимущества над традиционной устной формой и формой традиционного письменного тестирования, но и следующие недостатки, связанные с российской спецификой технологии образования и мотивацией студентов и преподавателей:

1) понижается объективность оценки, поскольку полностью отсутствует обратная связь между экзаменатором (в данном случае компьютерной программой) и экзаменуемым. Экзаменуемый не имеет возможности уточнить свой ответ, а экзаменатор – скорректировать последовательность вопросов;

2) не представляется возможным определить уровень знаний дисциплины при резком сокращении тем, выносимых на экзамен. Из-за этого среди получивших высокие оценки значительно повышается количество неподготовленных студентов, освоивших не всю программу, а лишь ее часть;

3) не развиваются умения и навыки научной устной речи при полном отсутствии разговорной практики по дисциплине;

4) проведение тестирования связано с загрузкой больших дефицитных аудиторий или даже компьютерных классов, тогда как для устного экзамена достаточна аудитория на четверых человек;

5) для устранения возможности списывания при тестировании в аудитории кроме экзаменатора должны присутствовать 1-2 контролирующих ассистента. Это особенно важно при активной взаимопомощи студентов;

6) необходимо наличие технической базы (персонального компьютера для проведения теста и печатного устройства для распечатки результата);

7) необходимо наличие у тестируемого навыков работы с компьютером и программным обеспечением.

Мировой опыт показывает, что достоинства компьютерного тестирования существенно перевешивают его недостатки. Совершенно очевидно, что и в российской высшей школе оно должно занять то место, которого уже давно заслуживает.

Перечисленные преимущества компьютерного тестирования позволяют считать, что такая форма проверки является одним из оптимальных средств повышения полноты, достоверности и многоаспектности контроля знаний студентов библиотечных факультетов по специальным дисциплинам.

Таким образом, внедрение программ компьютерного тестирования и совершенствование таких систем позволяет повысить качество учебного процесса в высшем учебном заведении.

РАСЧЕТ АГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ ВЫСТАВОЧНОГО ЦЕНТРА

Гончаров А.В. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гриценко А.Н.*** – канд. техн. наук, доцент

Здание выставочного центра представляет собой одноэтажное здание, планировкой 18×78 м, объединяющее три выставочных зала, вестибюль и санузел.

Система кондиционирования рассчитывается на поддержание во всех помещениях постоянной температуры (18 °С) и влажности воздуха (55 %) в течение всего года в соответствии со СНиП 2-04-05-91, а также требуемого уровня очистки воздуха.

В здании применяется система центрального кондиционирования, приточно-вытяжная схема вентиляции. Схема рециркуляционной подачи воздуха имеет возможность обеспечивать регулирование соотношения внутреннего рециркуляционного и свежего приточного воздуха в любых пропорциях.

Центральные кондиционеры используют для зданий больших объемов с однотипными требованиями параметров воздуха во всех помещениях. Преимущество таких кондиционеров – в низких показателях стоимости энергопотребления на 1 м^2. Центральный кондиционер располагается в отдельном подсобном помещении, поэтому не загромождает основные помещения здания и не передает шум и вибрации в кондиционируемые помещения. Всё оборудование сосредоточено в одном месте, что удобно при обслуживании и ремонте системы.

Недостатками такой системы являются большая протяженность воздуховодов, необходимость разводки их во все помещения и необходимость сооружения подвесных потолков, скрывающих воздуховоды. Для рассеивания воздуха используются кассетные декоративные решетки, распределяющие воздух по всем четырем направлениям и исключающие прямое воздействие потока воздуха.

Центральный кондиционер включает в свой состав несколько блоков. Вентиляторный блок состоит их короба забора воздуха, фильтра очистки воздуха от загрязнений и центробежного вентилятора. В смесительном рециркуляционном блоке свежий воздух смешивается с внутренним рециркуляционным воздухом. Блок нагрева представляет собой теплообменник (калорифер), в котором воздух нагревается горячей водой из центрального отопления. В блоке охлаждения используется вода, подаваемая из системы холодного водоснабжения. Блок увлажнения содержит форсуночную камеру, в которой распыляется вода регулируемой температуры, и тем самым воздух увлажняется или осушается. Расчет перечисленных агрегатов системы кондиционирования выполняется из условий максимальных тепловых нагрузок кондиционируемых помещений в зимнее и летнее время.

Система центрального кондиционирования позволяет быстро и оперативно изменять параметры одновременно во всех помещениях как в течение суток,

так и в течение года. Регулирование параметров воздуха в отдельном помещении достигается регулированием объема подачи кондиционируемого воздуха индивидуально, при помощи задвижек, установленных на воздухопроводах. Ими же можно отключать часть неработающих помещений здания от системы подачи воздуха из центральной магистрали. Обладая достаточной мощностью, центральный кондиционер позволяет эффективно его использовать только по режимному графику работы выставочного павильона в течение суток. В нерабочие дни и часы достаточно обеспечивать рециркуляцию воздуха. Все эти возможности центрального кондиционера обеспечивают значительные энергосбережения в сравнении с другими способами кондиционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. *Щекин Р.В.*, *Кореневский С.М.*, *Бим Г.Е.* и др. – Киев: Будівельник, 1976.

2. *Баркалов Б.В.*, *Карпис Е.Е.* Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. – М.: Стройиздат, 1971.

3. *Дроздов В.Ф.* Отопление и вентиляция. – М.: Высшая школа, 1976.

СЕКЦИЯ № 5

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Председатель: ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент
Секретарь: ***Такташев Р.Н.*** – инженер кафедры ЭОП филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА В САЛОНЕ АВТОБУСА «ВОЛЖАНИН «СИТИРИТМ 15» ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ ОТОПЛЕНИЯ

Пшеничный С.В., ***Золотарев В.В.*** – студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

В последнее время автобусное производство «Волжанин» перешло с выпуска автобусов с высоким полом на выпуск автобусов с низким полом.

Целью работы является выявление недостатков в системе отопления автобуса «Волжанин «Ситиритм 15».

Одним из необходимых условий комфортной поездки пассажиров является приемлемая температура в салоне автобуса. Для достижения этого используется система отопления на основе радиаторов, разработанных фирмой «Zenith standard».

Данный вид задачи практически невозможно решить аналитическим путем. Поэтому задача решалась с использованием численных алгоритмов расчета. По результатам верификации данных, полученных в разных вычислительных комплексах, авторами выбран комплекс FLUENT.

Вычислительный комплекс FLUENT – современный, универсальный программный комплекс, предназначенный для решения задач механики жидкостей и газов. FLUENT использует неструктурированную сеточную технологию, то есть сетка состоит из элементов разнообразной формы.

В качестве граничных условий задавались следующие параметры:

1) коэффициент теплопередачи от стенки автобуса к окружающей среде $\alpha = 40$ Вт/(м^2·К);

2) температура окружающего воздуха $T = 263$ К;

3) температура пассажиров $T = 310$ К;

4) температура и скорость греющей струи воздуха $T = 330$ К, $V = 0{,}6$ м/с.

По результатам численного моделирования можно сделать вывод о неудовлетворительном функционировании системы отопления. Это подтверждает неравномерность температурного поля по высоте. На отметке пола средняя температура достигает значения $T = 268$ К, на высоте 1,5 метра – 294 К. Видно, что температура на уровне пола соответствует образованию ледяной корки на соответствующей поверхности.

Степень неравномерности температурных полей можно уменьшить двумя способами:

1) увеличение количества радиаторов;

2) реконструкция системы отопления, связанная с изменением места расположения радиаторов отопления.

Особо стоит уделить внимание реконструкции системы отопления. Это позволит без повышения экономических издержек решить проблему.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕННИКОВ С ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ТРУБАМИ

Ткачев А.В.*, *Коротеев Д.С. – студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

При решении практических задач иногда невозможно определить аналитически необходимые параметры, поэтому для решения инженерных задач проектирования высокоэффективных теплообменных аппаратов широко используются программные комплексы на основе численных алгоритмов расчета.

Актуальность данной работы подтверждается необходимостью внедрения энергосберегающих мероприятий в промышленности в целом и в теплообменных аппаратах в частности.

Целью работы является сравнение локальных коэффициентов теплоотдачи при турбулентном течении в теплообменных аппаратах с трубами различной геометрии.

В работе исследованы теплообменники с трубами круглого и эллиптического сечений на основе численного моделирования турбулентного режима течения. Рассматривалась трехмерная задача, в качестве жидкости – вода. Температура рабочего тела равнялась 290 К. Температура жидкости во входном сечении – 370 К. Высота первой ячейки при моделировании пограничного слоя при турбулентном режиме течения составляла 0,001 м. При турбулентном режиме течения скорость задавалась 5 м/с. Выбор средства моделирования проводился с учетом данных, полученных другими исследователями. Численное моделирование проводилось в пакете FLUENT. В качестве модели турбулентного течения использовалась k-ε-standart модель, в которой постоянные величины – кинетическая энергия турбулентного движения k = 0,8 Дж и значение турбулентной диссипации ε = 0,8 м^2/с^3.

Профили температур и скоростей во всех случаях на стабилизированном участке полностью совпадают с экспериментальными и аналитическими данными, полученными другими исследователями.

При турбулентном режиме обтекания круглой трубы полученное в ходе численного моделирования в пакете FLUENT среднее число Нуссельта – 93,5; при обтекании эллиптической трубы со стороны малой полуоси эллипса – 81,6 и при обтекании с большой полуоси эллипса – 119,8.

Полученное при моделировании турбулентного режима при обтекании эллиптической трубы число Нуссельта на стабилизированном участке сравнивалось со значениями численного моделирования, полученными в среде университетской версии программного комплекса *Flow Vision 2.3.3*, разработанного инжиниринговой компанией Тесис при исследовании обтекания эллиптической трубы такой же геометрии. Среднее число Нуссельта для малой полуоси составляет 74,7, для большей полуоси – 112, а при обтекании круглой трубы – 94,1.

Из изложенного выше можно сделать вывод, что для некоторых видов теплоносителей и при определенных характеристиках турбулентного течения можно повысить эффективность трубчатых теплообменных аппаратов, применив трубы эллиптического поперечного сечения вместо круглых, поскольку гидравлическое сопротивление аппарата со стороны внешнего теплоносителя уменьшается в несколько раз, что уменьшает энергозатраты на прокачку этого теплоносителя, в то время, как теплообмен такого аппарата будет практически такой же, как и аппарата с круглыми трубами.

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАДИРЕН СИСТЕМЫ «ПЛЮС»

Прохоров М.Ю. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

Градирни представляют собой сооружения для охлаждения воды в оборотных системах водоснабжения. Градирни бывают закрытого и открытого типов. Наиболее часто применяются градирни открытого типа, где вода напрямую контактирует с атмосферным воздухом. По типу оросителя градирни открытого типа подразделяют на плёночные, капельные и брызгальные; по способу подачи воздуха – на вентиляторные, башенные (в которых создаётся тяга воздуха при помощи высокой вытяжной башни) и открытые (или атмосферные), использующие силу ветра и отчасти естественную конвекцию для протока воздуха через ороситель.

При охлаждении воды в градирнях, чем больше поверхность контакта воды с воздухом, тем более благоприятны условия теплопередачи. Контакт воды с воздухом и увеличение поверхности этого контакта достигаются различными способами. Однако на эффективность работы градирни, кроме поверхности контакта воды с воздухом, огромное влияние оказывает сама температура охлаждающего воздуха. В условиях Волгоградской области именно высокая температура окружающего воздуха в летние месяцы отрицательно сказывается на эффективности работы градирен. Таким образом, для уменьшения потерь, возникающих из-за недостаточно охлажденной обратной воды, можно применять системы охлаждения поступающего в градирни воздуха. Один из таких методов и рассматривается в данной работе – реконструкция градирен по методу «Градирня Плюс».

Суть метода заключается в охлаждении поступающего воздуха путем высокодисперсного разбрызгивания в нем воды (капельки размером менее 10 микрон). При таком разбрызгивании резко увеличивается площадь поверхности испарения воды, в результате чего происходит почти мгновенное испарение капель воды с поглощением большого количества тепла (так называемая скрытая теплота кипения, равная 539,1 ккал/кг). Всё это приводит к охлаждению воздуха, поступающего в градирню.

Насосы высокого давления и закрепленная линия парообразующих систем разработаны для того, чтобы эффективно применять тщательно очищенный легкий туман в определенной области пространства для охлаждения, то есть, в данном случае, на входе воздуха в градирню. Также, водяной туман, охлаждая воздух, удаляет из него пыль, с меньшим, чем у фильтров, сопротивлением.

Рассмотрим, насколько эффективно будет применение такой системы охлаждения на башенной градирне Волжской ТЭЦ-2.

Площадь градирни (R = 11,5м – радиус градирни)

$$S = \pi R^2 = 3{,}14 \cdot 11{,}5^2 = 413 \text{ м}^2.$$

Количество поступающего в градирню воздуха (V = 0,5 м/с – скорость воздуха)

$$L = VS = 0{,}5 \cdot 3\,600 \cdot 413 = 742\,930 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Производительность по холоду (N = 144 – число колец разбрызгивателей в градирне, q = 3 032 ккал/час – производительность по холоду 1 форсунки)

$$Q = 6Nq = 6 \cdot 144 \cdot 3032 = 1\,746\,432 \text{ ккал/час}.$$

Разница температуры наружного и охлажденного воздуха (C = 0,24 ккал/кг °С – теплоемкость воздуха, Y = 1,2 м^3/кг – объёмный вес воздуха):

$$\Delta T = Q/(CYL) = 1\,746\,432/(0{,}24 \cdot 1{,}2 \cdot 742\,930) = 8{,}16 \text{ °C}.$$

Таким образом, при температуре наружного воздуха 40 °С температура воздуха, поступившего в градирню, будет всего около 32 °С, и градирня будет работать в нормальном режиме. Вследствие уменьшения температуры охлаждающего воздуха произойдет снижение температуры обратной воды, что приведет к увеличению КПД работы станции.

ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ В КОМПЛЕКСЕ FLUENT

Такташев Р.Н. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

При решении практических задач иногда невозможно определить аналитически необходимые параметры, поэтому для решения инженерных задач проектирования высокоэффективных теплообменных аппаратов широко используются программные комплексы на основе численных алгоритмов расчета.

Однако при использовании численных методов решения задачи необходимо сравнение полученных данных с результатами экспериментов, аналитических решений и работами других авторов в этой области.

Целью работы является проверка адекватности результатов численного моделирования при ламинарном и турбулентном течениях в трубах различной геометрии.

В работе исследованы трубы круглого и эллиптического сечений на основе численного моделирования ламинарного и турбулентного режимов течения. Рассматривалась трехмерная задача, в качестве жидкости – вода. Температура стенок равнялась 350 К. Температура жидкости во входном сечении – 300 К, отношение длины к диаметру – 300. Высота первой ячейки при моделировании пограничного слоя при турбулентном режиме течения составляла 0,001 м. При ламинарном режиме течения скорость задавалась 0,01 м/с, а при турбулентном – 1 м/с. Численное моделирование проводилось в пакете FLUENT.

Профили температур и скоростей во всех случаях на стабилизированном участке полностью совпадают с экспериментальными и аналитическими данными.

Учитывая, что среднее число Нуссельта на стабилизированном участке в трубе круглого сечения равно 3,66, погрешность решения составляет 19 %.

Для турбулентного режима в круглой трубе рассчитанное число Нуссельта на стабилизированном участке по формуле Михеева составило 78,25, а полученное в ходе численного моделирования – 76,12. Погрешность составила 2,56 %.

В эллиптической трубе эквивалентный диаметр равнялся 0,013 метра.

Среднее значение числа Нуссельта для малой полуоси эллипса составило 7,26, а для большой полуоси – 4,35.

Полученное при моделировании турбулентного режима в эллиптической трубе число Нуссельта на стабилизированном участке сравнивалось с экспериментальными значениями, полученными профессором Галиным в Обнинском институте атомной энергетики при исследовании эллиптической трубы такой же геометрии. Среднее число Нуссельта для большой полуоси составляет 75, для малой – 152. Итоговая погрешность составляет: по большой полуоси – 4 %, по малой – 2 %.

Значительный рост вычислительных мощностей персональных компьютеров и появление прикладных CFD программ в последние годы позволяют использовать для описания полей скоростей и температур, линий тока, времени разогрева результаты вычислительного эксперимента. Однако в настоящее время отсутствует полноценная и доступная база, к тому же многие программные продукты не тестировались на практике. По результатам работы можно сделать выводы о необходимости расширения исследований по анализу точности программных комплексов и создания общедоступной информационной базы данных по этой проблематике.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА КРЕМНИЯ И КАРБИДА ТИТАНА

Дешевых В.В. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

В данной работе было произведено моделирование процесса в печи по производству карбида кремния. В частности, построение математической модели изменения температурного поля в шихте в течение кампании.

Для этого исходная задача была сведена к задаче Стефана с фазовыми переходами в температурной формулировке в цилиндрической системе координат:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(u\, r \frac{\partial t}{\partial r}\right), \tag{1}$$

где

$$u = \rho\left(c_p + \frac{L}{t' - t''}\right).$$

Здесь T – температура окружающего воздуха; ρ – плотность вещества; c_p – теплоемкость вещества; t' – минимальная температура фазового перехода; t'' – максимальная температура фазового перехода; r – пространственна координата.

Условия однозначности:

1) в начальный момент времени по всему пространству печи поддерживается постоянная температура $t = \text{const}$, равная 20 °С.

2) краевые условия:

а) справа поддерживается постоянный тепловой поток q_s.;

б) слева присутствует конвективный теплообмен с воздухом $q = \alpha \Delta t$.

Для решения уравнения использовался метод контрольных объемов с равномерным разбиением и размещением контрольных точек в центрах прямоугольников.

В результате преобразований получен дискретный аналог исходного уравнения

$$p_i t_i^k = a_i t_{i+1}^k + b_i t_{i-1}^k + f_i, \tag{2}$$

где

$$a_i = \lambda_{i+\frac{1}{2}} \frac{r_i}{r_{i+1} - r_i}, \tag{3}$$

$$b_i = \lambda_{i-\frac{1}{2}} \frac{r_i}{r_i - r_{i-1}}, \tag{4}$$

$$f_i = \frac{(r_{i+1})^2 - (r_i)^2}{2\Delta\tau} t_i^k, \tag{5}$$

$$p_i = \frac{(r_{i+1})^2 - (r_i)^2}{2\Delta\tau}. \qquad (6)$$

Здесь α – температуропроводность окружающего воздуха; T – температура окружающего воздуха; ρ – плотность вещества; c_p – теплоемкость.

Дискретный аналог решается методом прогонки. Обратный ход данного метода позволяет вычислить значения температуры, что было применено в разработанной программе.

Произведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными. Построенные графические зависимости температуры в различных точках печи отвечают физическим законам теплопроводности, что может судить об адекватности данной модели.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ 3-ГО ПОДЪЁМА Г. ВОЛЖСКОГО

Макаров А.А. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Ветлицын Ю.А.*** – ст. преподаватель

В качестве объекта исследования была выбрана насосная станция 3-го подъема г. Волжского. Проблема заключается, во-первых, в морально устаревшем оборудовании, полная замена которого затруднена высокой стоимостью процесса реконструкции и отсутствием резервного источника водоснабжения города и расположенных в его окрестностях предприятий; во-вторых, в существующих режимах работы насосной станции, подразумевающих регулирование давления дросселированием по мгновенным значениям подачи воды, то есть изменения в режиме 5-6 раз в течение часа (или 120-144 раза в сутки), что вызывает повышенный износ запорно-регулирующей арматуры; в-третьих, в различных факторах, таких, как возможность возникновения гидравлического удара, большие пусковые токи двигателей, перегрев электрических цепей и т.д.

Автором были разработаны два блока предложений по внедрению энергосберегающих технологий на насосной станции.

В первый блок входят малозатратные мероприятия, способные улучшить существующую ситуацию, но не отменяющие необходимость замены оборудования, такие, как регулирование давления дросселированием по осредненным величинам расходов и использование для поддержания необходимого давления в выходном коллекторе оптимизированных комбинаций насосов.

Реализация мероприятий первого блока позволит уменьшить износ запорно-регулирующей арматуры, сократить время работы резервных насосов, снизить энергопотребление и износ оборудования, исключить нерациональную загрузку силового оборудования.

Во второй блок входят значительно более дорогостоящие, но и значительно более эффективные мерроприятия: установка современных устройств частотного регулирования, плавного пуска, коммутационной и защитной аппаратуры двигателей, датчиков давления, приборов для визуализации и контроля технологических параметров.

Реализация мероприятий второго блока позволит снизить первоначальный пусковой момент, приходящийся на валы двигателей, достигнуть значительной экономии электроэнергии, значительно снизить вероятность гидравлического удара, сократить количество ремонтов оборудования, снизить степень загрузки и увеличить его срок службы, ограничить пусковые токи, визуализировать процесс управления.

СТРОИТЕЛЬСТВО МИНИ-ГЭС НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ Г. ВОЛЖСКОГО – ВОЛЖСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ МИНИ-ГЭС

Шевцова Е.В. – студентка
ВПИ (филиал) ВолгГТУ
Науч. рук.: ***Каблов В.Ф.*** – д-р техн. наук, профессор
Саразов А.В. – ст. преподаватель
Мальцев С.А. – директор Волжского учебного центра

Основной идеей проекта является максимальное использования потенциала студентов в проектировании, строительстве и эксплуатации мини-ГЭС.

Предпосылки проекта:

1) необходимость развития студенческого участия (студенческие КБ и строительные отряды) в решении задач гидроэнергетической отрасли и подготовка при участии Волжского учебного центра Корпоративного университета Гидроэнергетики квалифицированных кадров для Компании из числа перспективных студентов;

2) востребованность развития малой гидроэнергетики в Волгоградской области и прилегающих регионах;

3) наличие достаточного напора – 4 м и расхода – 1,5 $м^3$/сек для установки ортогональной турбины;

4) наличие достаточного объема стока, поступающего на очистные сооружения г. Волжского (ежегодно на ОС поступает более 33 млн. $м^3$);

5) повышающиеся требования к санитарно-эпидемиологической и экологической обстановке в районе очистных сооружений и реки Ахтубы;

6) снижение социального напряжения, связанного с экологическими рисками.

Проект направлен на:

1) активизацию и направление в практическое русло (реализация конкретного проекта) деятельности студенческого КБ Волжского политехнического института (филиал) ВолгГТУ и подготовку при участии Волжского учебного центра Корпоративного университета Гидроэнергетики квалифицированных кадров для гидроэнергетики;

2) создание перспективной конструкции мини-ГЭС, располагаемой на небольших водотоках, с применением ортогональной турбины, систем автоматизации технологического процесса (дистанционный контроль и управление) и элементов антивандальной защиты оборудования;

3) создание конструкторской, производственной и эксплуатационной базы, а также кадрового потенциала для дальнейшего развития малой гидроэнергетики в Волгоградской области и прилегающих регионах;

4) выработку электроэнергии.

Реализация проекта позволит:

1) создать полигон для обучения и получения практических навыков в эксплуатации гидроэнергетических сооружений и оборудования студентов и школьников г. Волжского под руководством студенческого КБ и при участии Волжского учебного центра Гидроэнергетики;

2) обеспечить оптимальное использование стоков очистных сооружений г. Волжского, позволяющее вырабатывать мини-ГЭС электроэнергию в объеме до 300000 кВт·час ежегодно;

3) обеспечивать за счет вырабатываемой электроэнергии стабильную работу оборудования насосных станций, расположенных на очистных сооружениях г. Волжского и прилегающих сельскохозяйственных угодиях;

4) удешевить стоимость работы оборудования Волжского Водоканала;

5) значительно улучшить санитарно-эпидемиологическую и экологическую обстановку в районе очистных сооружений и реки Ахтубы;

6) снять социальное напряжение, связанное с экологическими рисками.

В настоящее время разработано технико-экономическое обоснование, ведутся подготовительные работы по составлению проектно-сметной документации объекта. Общие затраты на проект – 6,57 млн. рублей, в том числе разработка ТЭО, рабочей документации и изготовление моделей – 3,2 млн. рублей. Срок окупаемости – 6-7 лет. Срок реализации проекта – 6-7 месяцев.

Учитывая значимость проекта не только для гидроэнергетиков, но и как объекта производственно-образовательного, можно прогнозировать возможность долевого участия в финансировании строительства заинтересованных организаций и ведомств, а также средств федерального и местного бюджетов.

ЛОКАЛЬНОЕ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ АВТОСЕРВИСА

Такташев Р.Н. – студент
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Васильев П.Д.*** – канд. техн. наук, доцент

В последнее время в России специалисты отмечают устойчивый рост объемов строительных работ. Стоит отметить, что бум происходит не только в сфере жилищного строительства, но и в области промышленных объектов. Следствием этого является проблема энергоснабжения в России, которая стала очень актуальной.

Большинство проектов ориентировано на энергосбережение и повышение автономности, особенно в области теплоснабжения.

Целью данной работы является разработка тепло- и электроснабжения предприятия автосервиса. Вначале был проведен тепловой расчет, задачей которого было определение тепловых потерь и подбор мощности нагревательных приборов.

Автомойка находится в Волгоградской области. По СНиП «Строительная климатология» расчетная температура составляет –22 °С, расчетная скорость ветра 4,2 м/с. Температура внутри помещения регламентируется ГОСТом «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и составляет +21 °С. Высота здания – 5,8 м. Стены выполнены из сэндвич-панелей (слоистая структура, в состав которой входят изоляция и твердая стенка), толщина которых 0,1 м. Здание не имеет окон.

Термическое сопротивление стенки было определено из тех соображений, что в исходных данных были значения толщины стенки и теплопроводность материала сэндвич-панелей. Было определено термическое сопротивление внутренней поверхности стенки с принятием в первом приближении температуры внутренней поверхности стенки. Термическое сопротивление внешней стенки имеет две составляющие: конвективную и радиационную. Конвективная составляющая вычислена с учетом числа Рейнольдса по расчетным параметрам, а радиационная – с учетом степени черноты материала внешней поверхности стены. Кроме этого, были рассчитаны теплопотери через полы с разбивкой последних на зоны. В конце теплового расчета определены общие тепловые потери, составившие 8,99 кВт.

В качестве нагревательных приборов выбраны инфракрасные обогреватели, которые в последнее время находят широкое применение и имеют ряд преимуществ перед традиционными системами отопления:

1) экономичность;
2) безопасность;
3) дешевизна;
4) удобство монтажа и демонтажа;
5) низкий градиент температуры по высоте.

Таким образом, использование инфракрасных обогревателей приводит к снижению потребления энергии и уменьшению затрат на обогрев по сравнению с традиционными способами обогрева.

Согласно ПУЭ выбрана II-я категория по надежности электроснабжения.

В качестве источников света выбраны люминесцентные лампы и лампы накаливания. Расчет количества светильников производился методом коэффициента использования. Выбор кабелей проводился с учетом расчетной мощности и экономического сечения кабелей. Аппараты защиты проверены на срабатывание при перегрузке и при КЗ. Расчеты заземления и молниезащиты позволили определить параметры этих защитных систем. Спроектированная система энергоснабжения позволяет безопасно эксплуатировать здание в соответствии с его заданными функциями во всех режимах работы.

СЕКЦИЯ № 6

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ, ХИМИИ, СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ЭНЕРГЕТИКЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Председатель: ***Гончарова Л.К.*** – канд. хим. наук, доцент
Секретарь: ***Стрельцова Е.В.*** – инженер кафедры ТВТ филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Бабакова Т.А. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л.К.*** – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

Современное производство тепловой и электрической энергии сопровождается использованием большого количества природной воды и образованием жидких отходов, часть из которых после переработки направляется в цикл повторно, но основное количество потребляемой воды выводится в виде стоков.

Составы и количества стоков различны. Они зависят от типа и мощности основного оборудования ТЭС, вида используемого топлива, качества исходной воды, способов водоподготовки, совершенства приемов эксплуатации и др. Попадая в водотоки и водоемы, примеси сточных вод могут менять солевой состав, концентрацию кислорода, значение pH, температуру, содержание ГДП и другие показатели воды, затрудняющие процессы самоочищения водоемов и влияющие на жизнеспособность водной флоры и фауны.

Основная часть природной воды, потребляемой ТЭС, используется в системах охлаждения для конденсации пара.

Наибольшее распространение (до 70 %) получили системы оборотного охлаждения (СОО) с градирнями. Здесь один и тот же объем воды используется многократно и требуется лишь небольшой добавок воды для восполнения потерь в охлаждающих устройствах.

Особое внимание занимают стоки, загрязненные нефтепродуктами, и стоки водоподготовительных установок.

Мазутное хозяйство, маслосистемы котлотурбинного цеха и электротехнического оборудования, гаражи являются источниками попадания нефтепродуктов в сточные воды ТЭС. Обычно такие воды содержат мазут, смазочные и изоляционные масла, бензин в суммарной концентрации от 30 до 200 мг/дм^3.

В зависимости от технологических условий, количества и состава сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, применяются различные методы их обработки.

Эксплуатация водоподготовительных установок (ВПУ) связана с потреблением больших количеств извести, коагулянта, регенерантов (H_2SO_4, NaOH, NaCl). В результате это приводит к большому количеству сточных вод ВПУ.

Стоки предочистки содержат шлам различного состава, определяемого ее типом. Для утилизации шлама сооружают шламоуплотнительные станции (ШУС), в которых шлам обезвоживается, а вода возвращается в технический цикл.

Уменьшение водоподготовительных стоков можно реализовать, применяя противоточные технологии, например, Амберпак или UP.CO.RE, разработанные за рубежом.

По технологии UP.CO.RE помимо ионита в фильтр загружается небольшое количество инертного материала определенной фракции, плотность которого меньше, чем у воды. Размер зерен «инерта» выбран таким, что через него при восходящем потоке свободно проходит ионитная мелочь и другие взвеси, тогда как целые зерна ионита будут задерживаться. Между ионитом и инертным материалом сохраняется небольшое свободное пространство. Поскольку рабочий цикл осуществляется в нисходящем потоке, то слой ионита остается нечувствительным к изменениям нагрузки и исключается возможность внутрислойного перемешивания. Процесс регенерации осуществляется в восходящем потоке.

Система UP.CO.RE. (рис. 1) характеризуется простотой конструкции оборудования при его высоких технологических показателях.

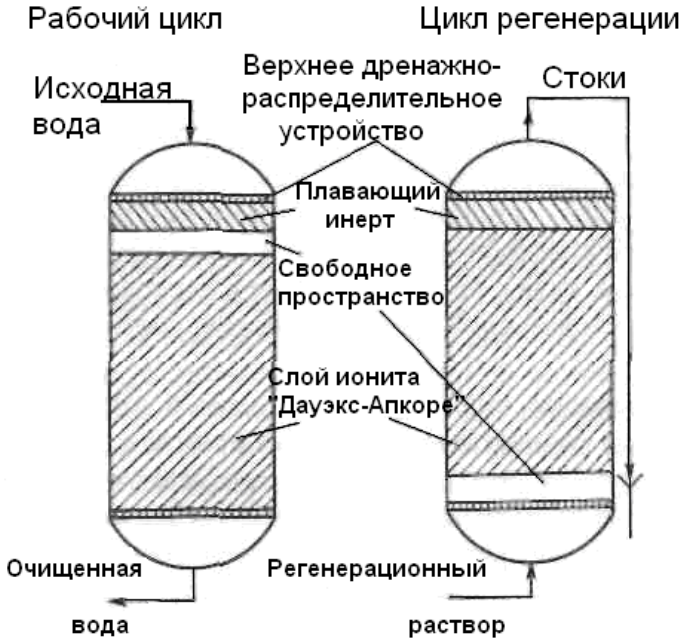

Рис. 1. Система UP.CO.RE.

УТИЛИЗАЦИЯ СТОЧНЫХ ВОД В СХЕМАХ ПОДГОТОВКИ ПОДПИТОЧНОЙ ВОДЫ ТЕПЛОСЕТИ

Габитова В.И. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гаврилов В.Н.*** – доцент

При обработке воды на ВПУ образуются сточные воды двух основных типов:

1) воды, получающиеся на стадии предочистки воды при ее коагуляции и известковании и содержащие взвешенные вещества;

2) воды повышенной минерализации, образующиеся в процессе умягчения и обессоливания воды.

Малосточные ионитные водоподготовительные технологии отличаются от традиционно используемых схем ВПУ применением противоточных и двухпоточно-противоточных фильтров, либо изменением внутренних взаимосвязей различных узлов технологических схем и применением оборудования, позволяющего снижать расходы реагентов и воды на собственные нужды, извлекать из сточных вод ценные компоненты, то есть создавать малоотходные схемы ВПУ.

В отечественной практике для подготовки подпиточной воды теплосети широко используется совместное или раздельное (в зависимости от условий) водород(Н-)- и натрий(Na-)-катионирование. Более совершенной по сравнению с Na-катионированием является технология Н-катионирования с «голодной» регенерацией катионита (Нг-катионирование). При таком способе регенерации кислота вводится в стехиометрическом количестве, сточные воды имеют нейтральную или слабощелочную реакцию, а основным компонентом отработанных регенерационных растворов является сульфат кальция.

Результаты экспериментов по обработке воды по подобным схемам и их анализ показали:

– при многократном использовании для регенерации карбоксильных катионитов качество фильтрата не ухудшается, а рабочая емкость остается высокой;

– регенерация и обработка воды в направлении снизу вверх приводят к повышению рабочей емкости катионита и к некоторому улучшению качества фильтрата;

– практически полная утилизация сточных вод незначительно увеличивает содержание кальция в подпиточной воде теплосети по сравнению с катионированной при неизменной ее щелочности.

Одним из основных принципов, положенных в основу представленных в данной работе схем, является совмещение процессов обработки воды и стоков в едином цикле с получением отходов в виде твердых малорастворимых соединений.

Таким образом, был проанализирован вопрос уменьшения количества стоков водоподготовительного оборудования с целью снижения влияния их на окружающую среду, рассмотрены и представлены схемы водоподготовки, позволяющие снизить и даже полностью утилизировать сточные воды.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВОК КОНДЕНСАТООЧИСТКИ НА СМОЛЕНСКОЙ АЭС

Двухжильная О.С. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Проскурякова Р.Г.*** – доцент

С момента пуска первых энергоблоков АЭС нормы водно-химического режима основных контуров неоднократно пересматривались и предельные величины нормируемых показателей постоянно уменьшались. Поэтому для дальнейшего совершенствования водного режима действующих АЭС, особенно при продлении срока службы энергоблоков первого поколения, серьезное внимание должно быть уделено реконструкции систем поддержания водного режима, в частности установок очистки турбинного конденсата. Основными критериями при этом являются: минимизация содержания примесей в фильтрате на выходе установок очистки; надёжная и стабильная работа; экономичность.

В настоящее время на Смоленской АЭС применяются импортные ионообменные смолы на следующих установках:

1. Фильтры конденсатоочистки (КО) № 1, 2, 5, 6 загружены ионитами фирмы «DOW CHEMICAL»: Dowex monosphere 650C, Dowex monosphere 550A.

2. Фильтры КО № 3, 4 загружены ионитами фирмы «PUROLITE»: NRW 100 (H^+)R, NRW 600 (OH^-)R.

Эти смолы проработали в фильтрах без замены 10 лет. При этом следует отметить, что вода основного технологического контура в течение всех лет эксплуатации данных смол по своим химическим показателям была близка к теоретически чистой воде. Величина удельной электрической проводимости конденсатно-питательного тракта в среднем составляла 0,07 мкСм/см, в контуре многократной принудительной циркуляции – 0,1 мкСм/см и менее. Фильтроциклы ФСД КО со свежими смолами достигали максимально 5-6 млн. $м^3$, в среднем – 4 млн. $м^3$.

На Смоленской АЭС была выполнена работа по обобщению и анализу опыта эксплуатации отечественных и импортных ионитов. По результатам выполненного анализа и в соответствии с «Перечнем ионитов, разрешенных для применения на САЭС» была подобрана номенклатура высококачественных импортных смол специального назначения для замены отслуживших загрузок фильтров.

В системах очистки воды разных областей производства широкое распространение получили мембранные методы.

В последние годы появляются установки с трубчатыми и половолоконными (капиллярными) мембранами, не требующими предочистки и химических реагентов для регенерации. Такая конфигурация мембран менее подвержена загрязнениям и обеспечивает наиболее эффективную промывку. В настоящее

время исследуются мембраны, которые работают при температуре воды 350 ºС и выше с активным слоем из окиси циркония и окиси алюминия.

Исследована возможность очистки воды от Fe^{3+} и Cu^{2+} методом тангенциальной микрофильтрации при помощи отечественной керамической трубчатой мембраны из оксида алюминия (α-$A1_2O_3$), средний диаметр пор которой в активном слое составляет 0,6-0,7 мкм. Установлено, что при минимальной удельной производительности наибольший коэффициент задержания ионов – до 99,5 %

В атомной энергетике такие технологии могли бы решить одну из самых важных проблем – наличие высоких мощностей доз гамма-излучения от загрязненного продуктами коррозии оборудования.

В настоящее время в соответствии с решением руководства Росатома Центр «Атом-инновации» создал компанию «Водные технологии «Атомэнергопрома». В планах компании стоит проведение широкого спектра научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок современных технологий подготовки воды для энергетики и внедрение в производство передовых экологически чистых и экономически эффективных установок очистки воды. В 2008 году намечены мероприятия по созданию и испытанию типовых модулей водоподготовительного оборудования на базе интегрированных мембранных технологий для предприятий традиционной и атомной энергетики, проведение их сертификации и обеспечение условий для серийного производства.

ПРИМЕНЕНИЕ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ

Девкина М.В. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончарова Л.К.*** – канд. хим. наук, ст. науч. сотрудник

Процессы водоподготовки традиционно являются одной из самых главных областей применения ионообменных смол, но не единственной областью для применения. Ионообменные смолы применяются в таких областях как ядерная энергетика, гидрометаллургия (для удаления металлов), фармацевтика, а также катализа.

Наибольший интерес в настоящее время представляют смолы для удаления металлов из нейтрализуемых сточных вод, так называемые хелатообразующие. Интерес к сорбентам этого типа обусловлен, прежде всего, их селективностью, позволяющей упрощать проведение аналитических операций избирательного концентрирования и разделения близких по химическим свойствам элементов.

Под хелатообразующими смолами понимают полимерные органические системы, содержащие в макромолекулярной цепи функциональные группы, способные образовывать с какими-либо химическими элементами внутрикомплексные (хелатные) соединения.

Хелатообразующие смолы от обычных ионитов отличаются высокой селективностью и прочностью связывания элементов. Обменная емкость хелатообразующих смол, как правило, ниже, чем у обычных ионитов и зависит от содержания функциональных групп, pH раствора, химической природы матрицы, метода синтеза и т.д.

Важно отметить, что как обычные иониты, так и традиционные хелатообразующие ионообменники представляют собой нерастворимые в органических и неорганических средах вещества, способные лишь к частичному набуханию (из-за введения кросс-агента, в роли которого чаще всего выступает дивинилбензол).

Для синтеза хелатообразующих смол обычно используются те же методы, что и для получения обычных ионообменных материалов и комплексообразующих сорбентов. В основном это поликонденсация с участием хелатирующих органических реагентов, полимераналогичные превращения на готовых полимерных матрицах, в которые вводятся хелатообразующие группы, и полимеризация виниловых мономеров с хелатирующими группами.

Ионообменные хелатообразующие смолы предназначены для удаления остаточных концентраций металлов из нейтрализуемых сточных вод, а также для удаления тяжелых и поливалентных металлов (включая переходные элементы).

Ионообменные смолы, применяемые в ядерной энергетике, предназначены для умягчения и обессоливания воды на тепловых и атомных электростанциях, котельных, для очистки технологических растворов и сточных вод, разделения и выделения цветных металлов.

Ионообменные смолы, применяемые в фармацевтике, предназначены для фиксации антибиотиков, для удаления высокомолекулярных протеинов, а также в качестве высокоэффективного дезинтегратора таблеток.

Каталитические смолы предназначены для катализа и нейтрализации кислоты в водных и не водных средах.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕМБРАННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ АНТИСКАЛАНТОВ

Добродеева Е.А. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Проскурякова Р.Г.*** – доцент

В последнее время широкое распространение в водоподготовке получили мембранные технологии. Современные мембраны демонстрируют бесспорную эффективность и универсальность в очистке воды от различных видов загрязнений. Снижение характеристик мембран в процессе работы происходит, в первую очередь, вследствие загрязнения их поверхности осадками различной породы.

Поэтому наиболее актуальной темой на сегодняшний момент становится предотвращение загрязнений на мембранах.

Использование обратноосмотических установок для обессоливания воды находит все более широкое применение.

Основные проблемы, мешающие благополучной и длительной эксплуатации установки обратного осмоса: обрастание, отложение солей и деградация мембран.

Проводя постоянный мониторинг таких показателей, как производительность, перепад давления и качество пермиата, можно уже в процессе эксплуатации определить характер проблемы. Это поможет подобрать метод эффективной и быстрой отмывки и в дальнейшем устранить причину возникшей проблемы.

Важным моментом является хорошо отлаженная работа участка предочистки.

В предочистке установки обратного осмоса должны присутствовать:

1) коагуляция;

2) дезинфекция;

3) дехлорирование, контроль свободного хлора $C1_2$;

4) фильтрация, ультрафильтрация;

5) дозирование антискаланта, умягчение питательной воды;

6) контроль pH при необходимости.

Наиболее важным является дозирование антискаланта. *Антискалант* – это химическое вещество на основе органических соединений (обычно фосфонаты или дисперсанты). Имеет способность в низких концентрациях поддерживать концентрированные соли в растворе и обеспечивать их эффективный смыв с поверхности мембран.

Преимущества антискаланта:

– успешная замена оборудования умягчения (экономия инвестиций и места); снижение засоленных стоков;

– замена введения кислоты или значительное снижение ее количества;

– минимизирует частоту химических промывок мембран;

– применим для всех типов мембран;

– эффективный комплексообразователь железа;

– отдельные антискаланты разрешаются для производства воды питьевого качества;

– небольшая доза и эффективная стоимость применения.

В настоящее время заканчивается работа над компьютерной программой, позволяющей автоматически проводить расчет дозы антискаланта в зависимости от качества исходной воды и параметров установки обратного осмоса.

В принципе, использование антискаланта обязательно, так как скорость накопления осадка зависит от используемого ингибитора.

В настоящее время уже существует целый ряд антискалантов, конкурирующих между собой. На Магнитогорском металлургическом комбинате проводили сравнительные испытания антискалантов для выявления эффекта увеличения срока службы мембраны: Налко (ЗАО «Налко») и Аминат К (фирма «Траверс»).

Оценка эффективности проводилась исходя из анализа:

– динамики изменения давления на входе в УОО;

– динамики изменения перепада давления;

– качества пермеата на соответствие нормативным показателям;

– динамики изменения производительности УОО по пермеату.

Анализ данных показал, что при равных условиях качество пермеата при испытании обоих ингибиторов соответствовало нормативным показателям.

1. *Производительность* установок была стабильной и соответствовала технологическим параметрам.

2. *Перепад давлений* на мембранах Аминат К составил 12 %; Налко – 9 %.

3. *Давление на входе* в обоих вариантах сохранялось практически одинаковым.

4. Ресурс работы УОО с Аминатом К составил 1 118 часов; Ресурс работы при использовании реагента Налко достигал в среднем 1 976 часов.

Таким образом, если на ВТЭЦ-1 использовать установки обратного осмоса с применением антискаланта АМИНАТ, то из ориетировочного расчета следует: при максимальной дозе антискаланта 5 мг/л и расходе приблизительно 300 т/ч исходной воды, при условной цене 100 тыс. руб. за тонну АМИНАТА ежемесячная потребность составит 108 тыс. руб., тогда как при собственных нуждах схемы обессоливания (в размере 20 %) они составляют 43 тыс. 200 м^3/месяц, а если взять ориентировочную стоимость 10 руб за 1 м^3, одни только стоки обойдутся в месяц 430 тыс. руб.

К тому же мембранные технологии подготовки обессоленой воды во многом предпочтительнее, так как соответствуют новым экологическим требованиям.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ROSA, HYDRANAUTICS И WATERLAB ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТАНОВОК ОБРАТНОГО ОСМОСА

Малявко Ю.В.*, *Объедкова Н.А.*, *Растокина Ю.А. – студенты
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Одоевцева М.В.*** – канд. техн. наук, доцент

В настоящее время все большее распространение получает использование мембранных технологий для водоподготовки. Как известно, они имеют ряд преимуществ, главное из которых – многократное сокращение количества агрессивных сточных вод. Реализация этих преимуществ возможна только при грамотной разработке проекта с учетом качества воды и других условий, а также правильной эксплуатации установки.

Для апробации технологических решений применяются пилотные установки. Это длительный и трудоемкий процесс. Поэтому использование моделей, которые позволяют проектировать установки, реализующие мембранные процессы, является актуальной задачей. Практически каждая из фирм, занимающихся мембранными технологиями, имеет собственную математическую модель, в основу

которой положены определенные характеристики мембран конкретной фирмы. Наибольшую сложность вызывает моделирование установок обратного осмоса.

Целью данной работы является исследование возможностей программ ROSA и Hydranautics для моделирования установок обратного осмоса и программы, разработанной фирмой WATERLAB, предназначенной для подбора водно-химического режима работы мембранных водоподготовительных установок на основе регентов фирмы ТРАВЕРС.

Программы Hydranautics и ROSA – это проектирующие программы, определяющие эксплутационные показатели элементов оборудования, реализующие мембранные процессы.

Программы состоят из следующих основных разделов: ввод показателей исходной воды; проектирующая система; обработка пермеата.

Пользователю необходимо задать характеристики исходной воды: тип исходной воды, температура (для большинства мембран должна быть в пределах от 0 до 45°C), pH, также нужно указать желаемый выход пермеата, тип и возраст используемых мембран, количество ступеней, нормы снижения количества пермеата и концентрирования солей. ROSA учитывает возможность подачи нескольких потоков исходной воды с разными характеристиками, при этом расчет будет производиться для потока с наихудшими показателями (то есть с наибольшим индексом SDI).

Изменять можно и другие параметры, например, наличие предварительной очистки, способ обработки пермеата, а также различные способы рециркуляции. Для оптимизации предложенного программой проекта можно вернуться и внести необходимые изменения в исходные данные.

В программах предусмотрена коррекционная обработка воды для регулирования pH введением серной кислоты H_2SO_4, соляной кислоты HCl или гидроокиси натрия NaOH. Также в ROSA имеется возможность регулирования содержания ионов жесткости (при этом необходимо ввести количество выводимых при данной коррекционной обработке ионов Ca и Mg).

Показано, что наиболее оптимальной для природной воды реки Волги (на основании расчетов в программах Hydranautics и ROSA) является двухступенчатая схема обратноосмотической установки. Солесодержание воды после обратноосмотической установки снижается от 300 до 0,91 мг/л. Выявлено, что изменение температуры исходной воды с 20 до 40 ^{o}C вызывает увеличение рабочего давления и солесодержания в 2 раза. Рассмотренные выше программы позволяют подбирать схемы оптимального гидравлического распределения. Не менее важным для стабильной работы установок является расчет показателей, влияющих на образование осадков на мембранах, а также выбор режимов эксплуатации мембранных аппаратов. Эти задачи позволяет решить разработанная компанией WATERLAB программа для технологического расчета установок обратного осмоса.

В зависимости от типа и состава исходной воды и параметров установок WATERLAB позволяет произвести подбор необходимых для эксплуатации

реагентов (антискалантов, моющих растворов), определить их дозировки, расходы, режимы эксплуатации, рекомендации по проведению химических промывок. В программе WATERLAB был произведен расчет и выбран водно-химический режим для обратноосмотической установки, смоделированной в программах ROSA и Hydranautics.

В результате расчетов выявлено, что оптимальная доза ингибитора Аминат К – 10 мг/л; время работы обратноосмотической установки до промывки – 168 мин. Следует отметить, что инструкции по водно-химическому режиму обратноосмотической установки, предлагаемые данной программой, носят рекомендательный характер и в большей степени зависят от производительности и выхода фильтрата. Незначительное изменение показателей качества воды не оказывает существенного влияния на результаты, то есть для источников вод одного класса программа предлагает одинаковые данные.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ И ДЕМАНГАНАЦИИ ПРИРОДНЫХ ВОД

Сучкова Е.С. – студентка
филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
Науч. рук. ***Гончаров Ю.А.*** – канд. хим. наук, доцент

Одним из наиболее распространенных загрязнений, присутствующих в природной воде, причем в больших количествах, особенно в воде подземных источников, является железо и, часто, марганец.

Поскольку железо и марганец относятся к токсичным тяжелым металлам, то, согласно принятым санитарным нормам СанПиН 2.1.4.1074-01, их содержание в питьевой воде не должно превышать 0,3 мг/л для железа и 0,1 мг/л для марганца. Требования многих производств (в области энергетики, электроники) значительно жестче. Поэтому удаление железа и марганца из природной воды (обезжелезивание и деманганация) является важной и наиболее распространенной операцией водоподготовки.

На сегодняшний день на производстве наиболее широко применяют следующие способы обезжелезивания и деманганации природной воды:

1) физический – макро-, микро-, ультро- и нанофильтрация, и обратный осмос;

2) химический – окисление Fe^{+2} различными окисляющими агентами, в том числе в присутствии катализатора с последующим удалением в виде $Fe(OH)_3$;

3) биологический – окисление Fe^{+2} с включением в состав бактерий.

Перспективные методы удаления органических соединений:

1) сорбция на специальных сильноосновных анионитах-органопоглотителях (скавенжерах);

2) ультрафильтрация на мембранах.

На сегодняшний день наиболее применим способ очистки, включающий физические и химические методы очистки природной воды от железа и марганца.

Эффективность очистки природной воды также определяется видом загруженного материала, его свойствами.

Все методы очистки по своей сути основаны на общих принципах:

1) окисление Fe^{2+} и Mn^{2+};

2) их перевод в труднорастворимые соединения;

3) последующее удаление этих соединений фильтрацией через фильтры с различными загрузочными материалами.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция № 1

Алгоритмы, модели и методы расчета технологических процессов

Староверова Г.С.*, *Закожурников С.С.*, *Грошев А.И. Исследование температурных полей в керне при производстве карбида кремния..... 3

Куланов В.А.*, *Грига А.Д. Сравнение расчетных методик генерации электрической энергии и тепла……..... 5

Секция № 2

Интеллектуальные информационно-измерительные и управляющие системы

Филатова С.О.*, *Гордеев В.Ю.*, *Агринская С.А. Математическое описание ректификационной колонны..... 7

Сергеев В.С.*, *Севастьянов Б.Г. Теория и практика построения математических моделей..... 9

Уланов В.А.*, *Уланов А.Г. Перспективы применения автоматического регулятора напряжения и реактивной мощности на реконструируемых гидрогенераторах малой мощности……..... 10

Прокудин А.А.*, *Сальников С.Н. Разработка адаптивного программно-временного управления на базе ООП с инкапсуляцией действий..... 12

Секция № 3

Гидродинамика и тепломассообмен в каналах и элементах энергетических установок

Ларина О.А.*, *Староверов В.В. Модернизация системы подогрева воздуха парового котла.....17

Рыбкин М.И.*, *Грига А.Д. Анализ работы последних ступеней паровых турбин..... 18

Трофименко М.В.*, *Староверов В.В. Модернизация котельной установки путем выбора способа распыливания жидкого горючего……20

Ермилова А.Ю.*, *Грошев А.И. Разработка системы теплоснабжения жилого дома с использованием теплового насоса..... 22

Коврыгина Е.В.*, *Грошев А.И. Оптимизация температурных режимов при производстве карбида кремния..... 23

Самчик И.С.*, *Добринский Л.К. Реконструкция системы отопления столовой филиала «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском..... 26

Худяков К.В.*, *Лаврентьев Ю.С. К вопросу определения оптимального диаметра вихревой трубы.....28

Евдоченко Е.Н.*, *Грошев А.И. Разработка системы теплоснабжения склада с применением пароэжектора……..... 30

Фудашкина О.А.*, *Камышин Ю.В. Разработка системы отопления и вентиляции муниципального здания..... 31

Степанова Н.М.*, *Староверов В.В. Сжатие в компрессоре с наименьшим повышением температуры..... 33

Секция № 4

Информационное и программное обеспечение в учебном процессе

Чулков А.А.*, *Рыбанов А.А. Анализ поведения тестируемого при автоматизированном контроле знаний с помощью скрытых Марковских моделей……...35

Зубрева О.В.*, *Рыбанов А.А. Анализ проблем в области тезаурусного представления знаний в системах автоматизированного проектирования электронных учебных средств.....37

Вдовенко Н.С.*, *Панкова Л.А. Исследование методов адаптации к обучаемому в компьютерных обучающих системах.....38

Белова А.В.*, *Рыбанов А.А. Анализ математических моделей процесса оценивания знаний для автоматизированных систем тестового контроля.....39

Точилкина Ю.П.*, *Панкова Л.А. Исследование моделей и методов адаптации в компьютерных интеллектуальных системах обучения….....41

Крутикова А.Е.*, *Клюгина Н.Н. Перспективы компьютерного тестирования для контроля знаний студентов…….....43

Гончаров А.В.*, *Гриценко А.Н. Расчет агрегатов системы центрального кондиционирования зданий выставочного центра……45

Секция № 5

Энергоснабжение предприятий

Пшеничный С.В.*, *Золотарев В.В.*, *Васильев П.Д. Численное моделирование теплообмена в салоне автобуса «Волжанин «Ситиритм 15» для разработки энергосберегающих режимов отопления.....47

Ткачев А.В.*, *Коротеев Д.С.*, *Васильев П.Д. Сравнительный анализ теплообменников с эллиптическими трубами..... 48

Прохоров М.Ю.*, *Васильев П.Д. Обоснование целесообразности применения градирен системы «Плюс»..... 49

Такташев Р.Н.*, *Васильев П.Д. Проверка адекватности результатов численного моделирования, полученных в комплексе FLUENT..... 50

Дешевых В.В.*, *Васильев П.Д. Моделирование физических процессов производства карбида кремния и карбида титана.....52

Макаров А.А.*, *Ветлицын Ю.А. Энергосбережение на насосной станции 3-го подъёма г. Волжского.....53

Шевцова Е.В.*, *Каблов В.Ф.*, *Саразов А.В.*, *Мальцев С.А. Строительство мини-ГЭС на очистных сооружениях г. Волжского – Волжская студенческая мини-ГЭС..... 54

Такташев Р.Н.*, *Васильев П.Д. Локальное энергоснабжение предприятия автосервиса..... 55

Секция № 6

Технологические процессы в машиностроении, химии, строительстве, энергетике и их влияние на экологию и природопользование

Бабакова Т.А.*, *Гончарова Л.К. Очистка сточных вод тепловых электростанций.....57

Габитова В.И.*, *Гаврилов В.Н. Утилизация сточных вод в схемах подготовки подпиточной воды теплосети..... 59

Двухжильная О.С.*, *Проскурякова Р.Г. Исследование эффективности работы установок конденсатоочистки на Смоленской АЭС..... 60

Девкина М.В.*, *Гончарова Л.К. Применение ионообменных смол в различных областях..... 61

Добродеева Е.А.*, *Проскурякова Р.Г. Решение проблем эксплуатации мембранных установок с помощью антискалантов.....62

Малявко Ю.В.*, *Объедкова Н.А.*, *Растокина Ю.А.*, *Одоевцева М.В. Исследование возможностей компьютерных программ ROSA, HYDRANAUTICS и WATERLAB для моделирования установок обратного осмоса..... 64

Сучкова Е.С.*, *Гончаров Ю.А. Современные методы обезжелезивания и деманганации природных вод……...66

ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

г. Волжский, 26-30 мая 2008 года

Тезисы докладов

Том 2

Редакторы *Халдеева Г.П.*, *Юрина В.В.*

Подписано в печать 25.03.2009. Формат $60\times90_{1/16}$.
Печать ризографическая. Усл. печ. л. 4,2.
Тираж 50 экз. Заказ № 317.

Издатель Филиал ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.

Отпечатано Филиал ГОУ ВПО «МЭИ (ТУ)» в г. Волжском
404110, г. Волжский, пр. Ленина, 69.